La cuisine moléculaire

La cuisine moléculaire, c'est quoi ?


Hervé This (INRA)


Nicholas Kurti (Oxford)

Historique

• **1988** : le terme "gastronomie moléculaire et physique" (molecular and physical gastronomy)est proposé.

• **1992** : première mention officielle de cette terminologie sur les lettres envoyées lors de la préparation de l'International Workshop on Molecular and Physical Gastronomy, qui s'est tenu à Erice en Sicile.

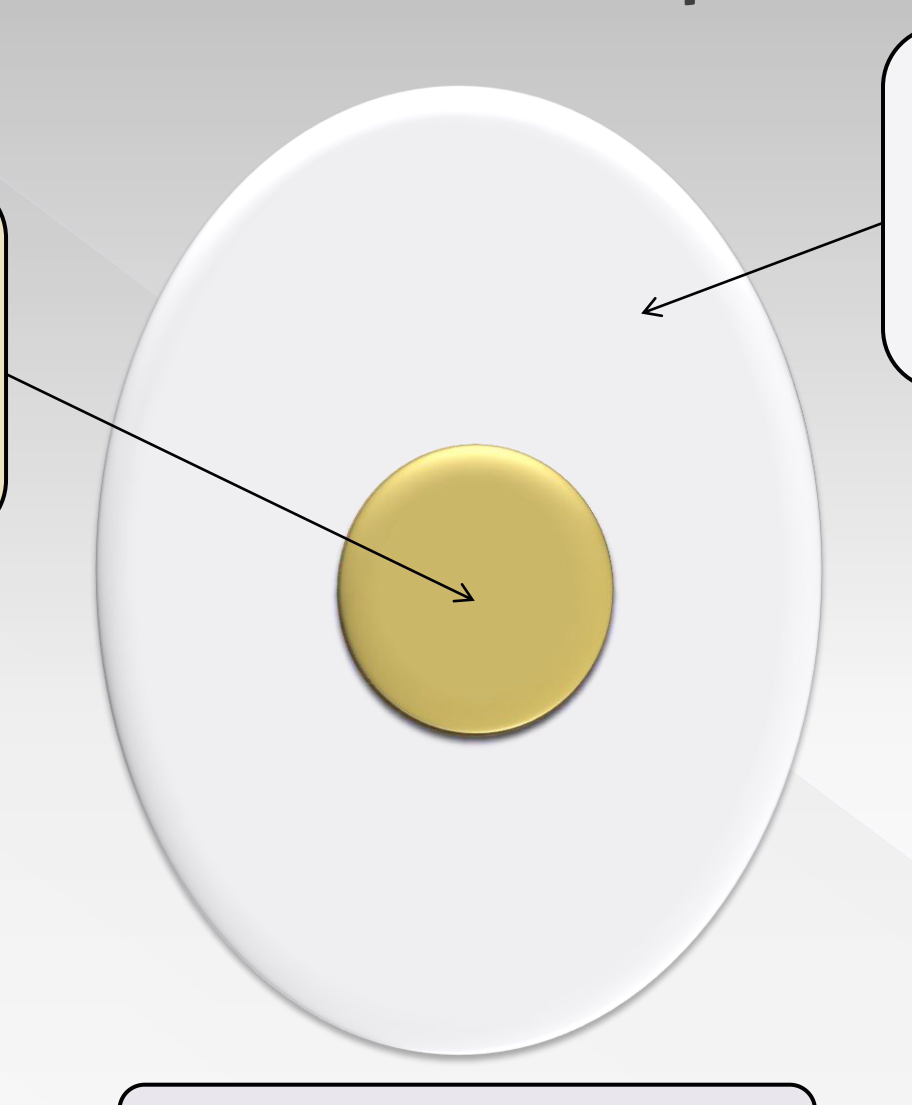
•**Depuis 1998** et le décès de Nicholas Kurti: le nom de la discipline a été abrégé en "**gastronomie moléculaire**".

C'est une discipline scientifique

La cuisine moléculaire

-**Comprendre** les processus physico-chimique intervenant dans les processus culinaires
-**Innover** en proposant de nouvelles recettes, mode de cuisson, texture …
-**Respecter** le produit

Un œuf, c'est quoi ?

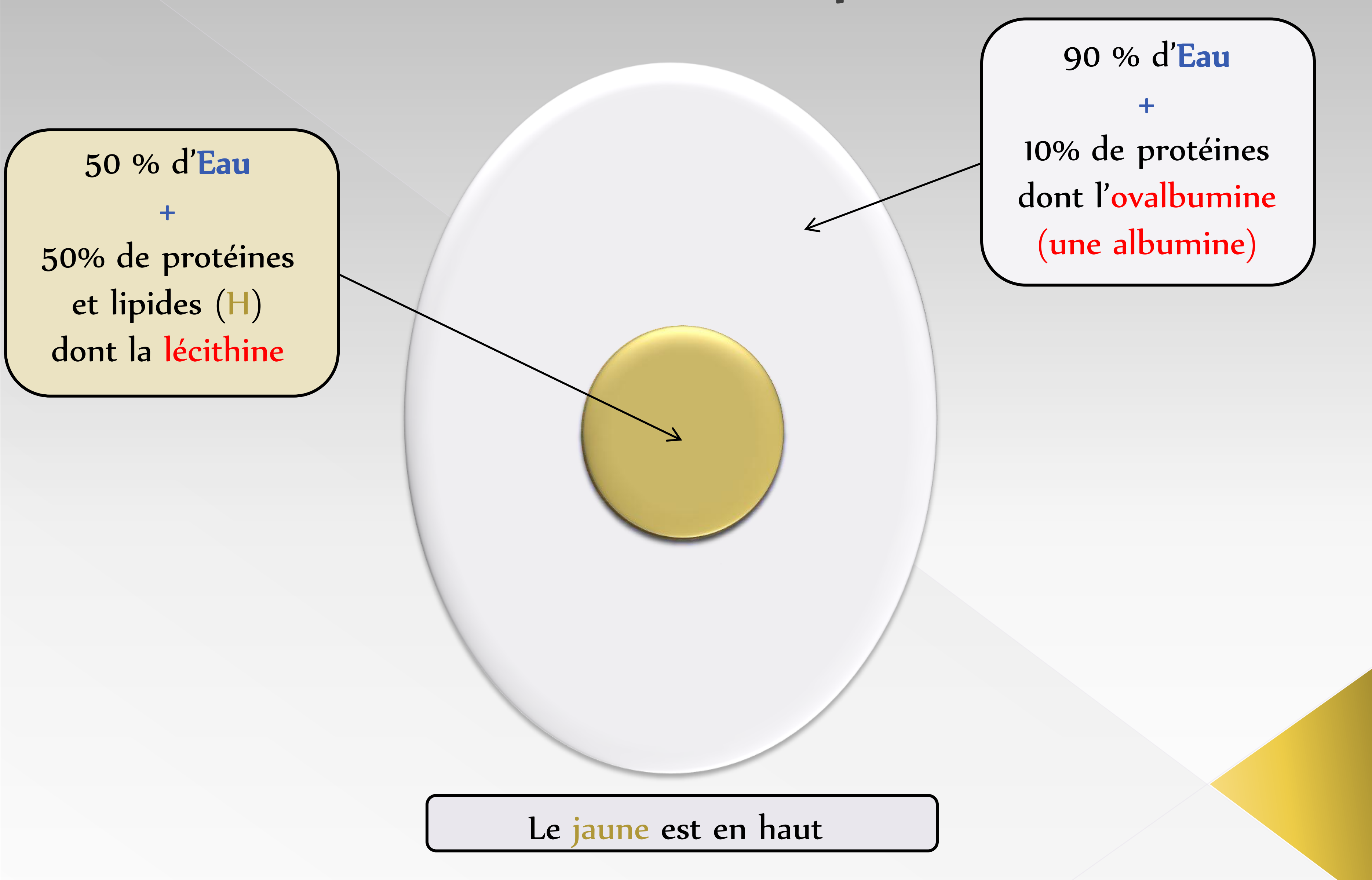


50 % d'Eau
+
50% de protéines
et lipides (H)
dont la lécithine

90 % d'Eau
+
10% de protéines
dont l'ovalbumine
(une albumine)

Oeuf
70 % de blanc et 30% de jaune

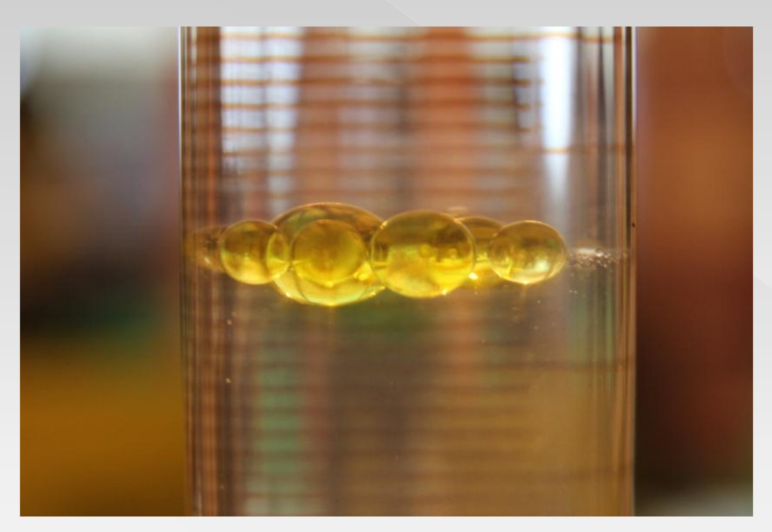
Un œuf, c'est quoi ?



Comment alors faire pour quand on cuit un œuf le jaune soit au centre ? On le tourne.

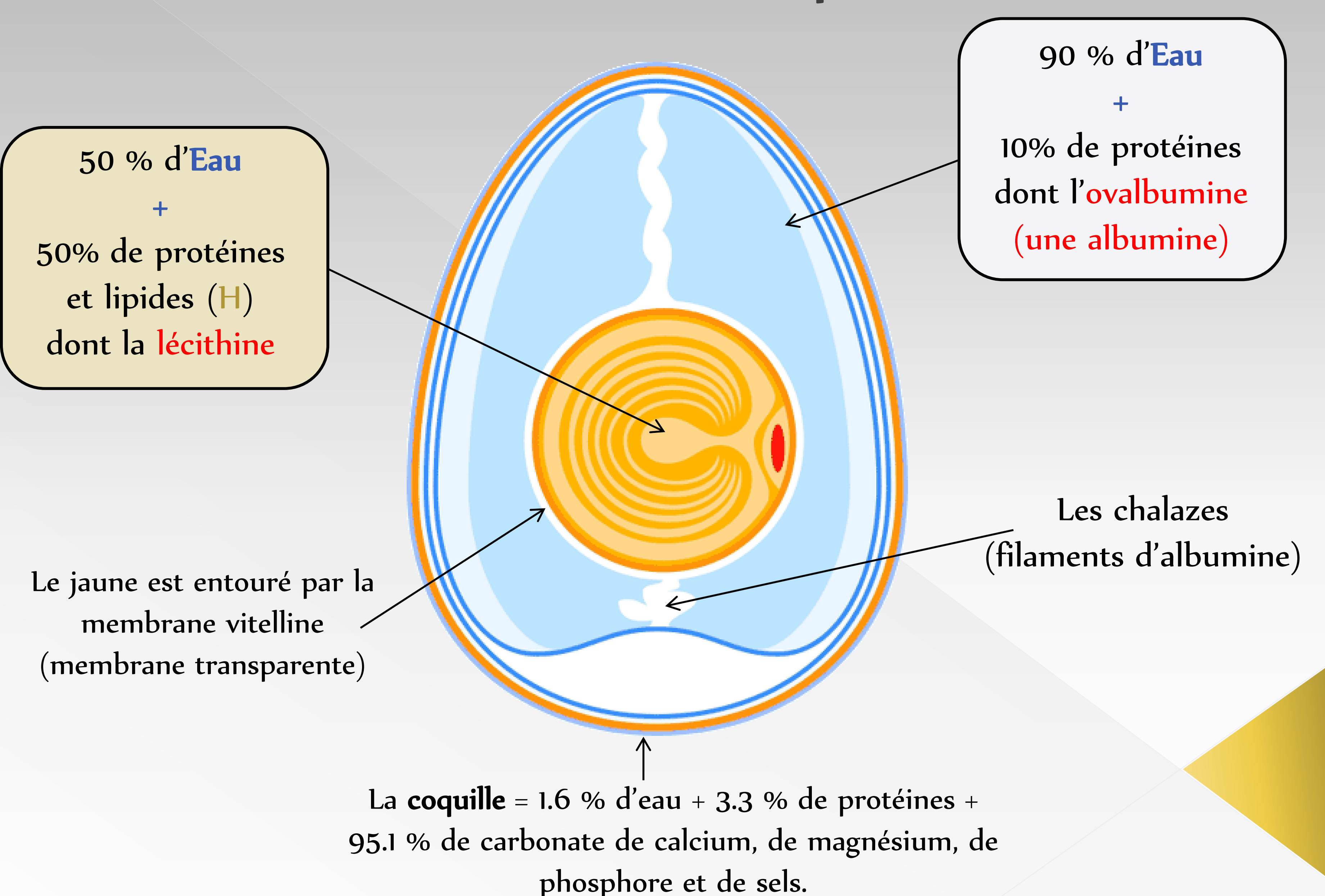
Un œuf, c'est quoi ?

On prépare une solution de 50/50 d'un mélange eau-alcool (d=0,9) et on introduit une goutte d'huile (d=0,9). Formation d'une bulle d'huile. On ajuste la hauteur de la bulle en changeant les proportions d'eau ou alcool. Le faire avec de l'huile d'olive pour que l'huile soit bien jaune

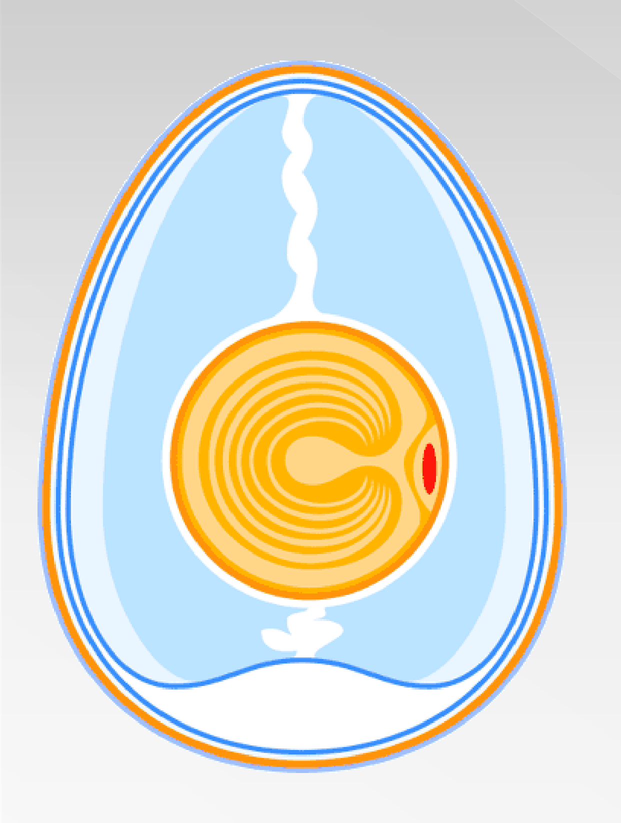




Un œuf, c'est quoi ?



Un œuf, c'est quoi ?



Expérience

Casser un œuf et séparer le blanc du jaune. Réaliser sur chaque partie de l'œuf le test au sulfate de cuivre anhydre.

*Révélation de la présence d'**eau** dans le blanc et le **jaune**.*



Expérience

Dans un verre, placer un œuf de poule frais. Versez du vinaigre de vin blanc jusqu'à le recouvrir. Des bulles vont se former à la surface de la coquille de l'œuf. Patientez 24 heures. Regardez à la lumière.

La coquille réagit avec l'acide acétique du vinaigre selon la réaction suivante :

$$CaCO_3 + CH_3COOH = Ca(CH_3COO)_2 + H_2CO_3$$

$$\text{et } H_2CO_3 = CO_2 + H_2O$$

Expérience

Cuire des œufs sur le plat. Remarquer que la partie autour du jaune à plus de mal à cuire. Rajouter alors du gros sel sur cette partie.

La coagulation, c'est quoi ?

La coagulation consiste en la transformation d'une substance organique liquide en une masse solide

•La **coagulation sanguine** est un processus complexe aboutissant à la formation de caillots sanguins

•La **coagulation du lait** est provoquée par la dénaturation de la caséine, protéine majoritaire du lait. Les différentes caséines sont organisées en micelles qui sont des agrégats de plusieurs molécules de caséine.

•La **coagulation des protéines** lors de la cuisson (en particulier de la viande) correspond à la réaction de Maillard.

•La **coagulation-floculation** dans le cadre du traitement de l'eau potable ou usée

Le lait, c'est quoi ?

Le lait est à la fois **une solution** (lactose, sels minéraux), **une suspension** (matières azotées) et **une émulsion** (matières grasses), dont les teneurs varient selon la race de l'animal, son état, son âge et son alimentation.

Les micelles de caséines doivent leur stabilité à deux facteurs :

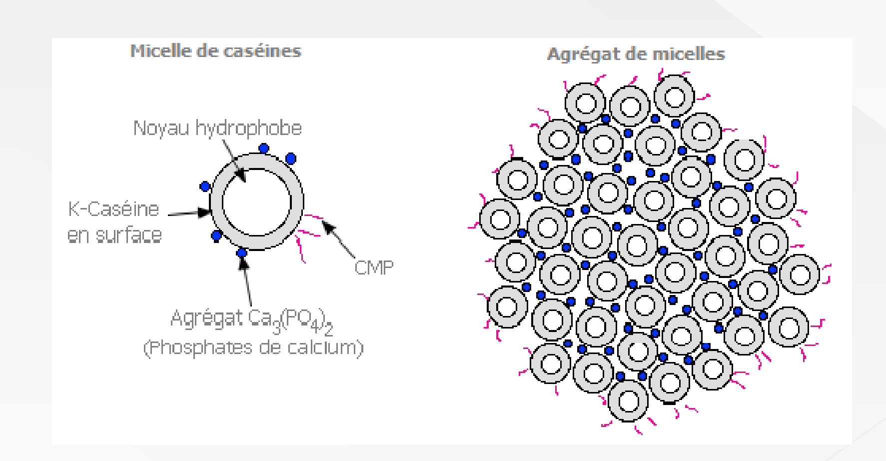
– ***La charge de surface :*** les caséines ont un caractère acide très net. Au pH normal du lait (6,55 pour du lait de vache UHT demi-écrémé), elles ont un fort excès de charges négatives. Les micelles sont alors elles aussi chargées et de fortes répulsions électrostatiques empêchent leur rapprochement.

– ***Le degré d'hydratation :*** l'eau fixée par les micelles est importante (3,7g pour 1g de protéines). Une partie de cette eau forme autour de chaque micelle une enveloppe d'hydratation protectrice.

Le **caillé** est un produit solide issu du lait par précipitation de ses caséines. C'est l'état premier de tout fromage. La partie liquide restante est le lactosérum ou « petit-lait ».

En laiterie, le caillage du lait est habituellement obtenu **par ajout de présure** (un coagulant d'origine animale extrait du quatrième estomac (caillette) de jeunes ruminants. Elle est constituée d'enzymes actives appelées chymosine).

Mais tout acide, comme le **jus de citron ou le vinaigre**, est susceptible de l'entraîner.



Le lait caillé, c'est quoi ?

Action du pH

La micelle de caséine est stable au **pH normal du lait (pH 6,8**) et à température ambiante. Quand il y a acidification du milieu il se produit une gélification des protéines. Lorsque le pH est compris entre pH 6,8 et 5,8 il n'y a aucune modification de la micelle.

Quand le **pH passe de 5,8 à 5,5** les micelles ont tendance à se rapprocher car il y a diminution du potentiel ζ (diminution de la charge globale des particules, recul d'ionisation des fonctions acides organiques) et forment des groupes de micelles pouvant passer de 180 nm de diamètre à 1300 nm de diamètre. Il n'y a cependant pas de modification de la forme de la micelle.

Entre pH 5,5 et 5,0 il y a une modification importante de la forme, des dimensions et des agrégats apparaissent. Il y a fusion partielle avec perte de matériel, principalement de la caséine β mais qui une fois en solution sera légèrement ionisée et reviendra se fixer à la surface de la micelle.

A pH 5,2 les premiers signes de gélification apparaissent, à pH 5,0 il y a solubilisation totale du calcium et à pH 4,9 la gélification est totale. Le gel ne se forme que si l'acidification est très lente. Le réseau est constitué par des chaînes et des agrégats de caséine. La synérèse de ce gel est très faible voire nulle. Si l'acidification est brutale, il y a agrégation forte et synérèse importante.

A pH 4,6 il se produit l'agrégation irréversible des micelles.

http://biochim-agro.univ-lille1.fr/proteines/co/ch4_II_f_1_1.html

Le lait caillé, c'est quoi ?

Action de la température

A basse température la micelle n'est pas déstructurée mais on assiste à une fuite de caséine β depuis la micelle vers le milieu ambiant. Cette fuite est due au fait que l'abaissement de la température entraîne une diminution des interactions hydrophobes entre les différentes caséines. La fuite est aussi tributaire du pH car à pH 5,2 il y a 3 fois plus de fuite qu'à pH 6,8 pour une température de 4°C. Si l'on veut éviter les freintes protéiques il sera nécessaire de travailler avec des températures très largement positives. A basse température la perte de caséine β et de calcium se traduit par une augmentation de la voluminosité de la micelle par relâchement des structures.

A haute température, il y a cassure des interactions phosphocalciques sans déphosphorylation des résidus de sérine. Il s'en suit plutôt une désorganisation du granule de phosphate. Un chauffage à 120°C pendant 20 minutes entraîne une déphosphorylation à 80% des caséines et β.
Au cours d'un chauffage à 90°C, la β lactoglobuline vient s'associer avec la kappa caséine des micelles soit par des ponts disulfure si le pH est voisin de pH 6,8 soit par des interactions hydrophobes si le pH est inférieur à pH 6,5. Le complexe kappa caséine-β lactoglobuline se sépare de la micelle si le pH est supérieur à pH 6,9 et entraîne une coagulation du lait par déstructuration de la micelle de caséine. Au cours du chauffage, les protéines du lactosérum vont venir s'adsorber sur les micelles en entraînant une diminution du taux des protéines solubles, une augmentation de la taille des micelles et une augmentation de viscosité. Ce comportement est important dans les échangeurs thermiques à plaques puisque cela se traduit par un phénomène d'encrassage de ces derniers (dépôt de micelles à la surface, augmentation de la viscosité, diminution des débits).

http://biochim-agro.univ-lille1.fr/proteines/co/ch4_II_f_1_1.html

Les œufs sur le plat, c'est quoi ?

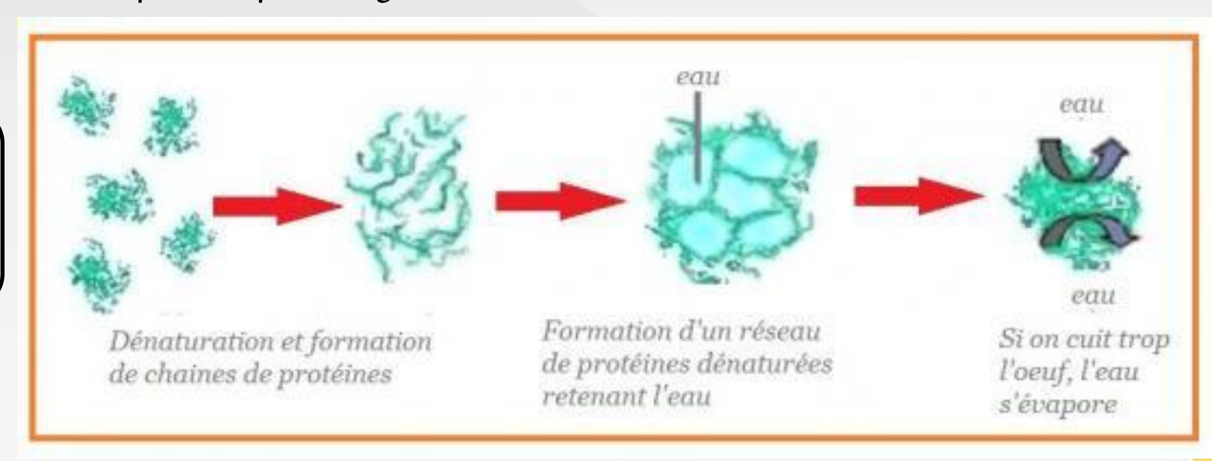
Lorsqu'on chauffe un œuf on observe que le liquide devient solide.
De plus le blanc de l'œuf transparent et jaune devient opaque et blanc.

Lorsque la **température** s'approche de 60°, l'agitation thermique devient si importante qu'elle entraine une **dénaturation** des protéines présentes dans l'œuf (les liaisons les plus faibles se rompent et les protéines de déroulent).

Certaines parties deviennent accessibles, les protéines dénaturées se réorganisent donc en formant de nouvelles liaisons. La dénaturation va expulser les atomes de soufre, présents au cœur de la protéine. Deux atomes de soufre ont tendance à se lier, créant ainsi un **pont disulfure**. Ainsi, toutes les protéines se lient entre elles pour créer un réseau très dense emprisonnant les molécules d'eau présentes dans l'œuf.

De plus, les protéines dénaturées s'entourent de molécules d'eau, ainsi elles augmentent leur volume et leur mobilité est réduite. L'œuf se rigidifie, car les molécules ne peuvent plus bouger.

Formation d'un gel irréversible



La tendreté d'un blanc d'œuf cuit dépend de la quantité d'eau piégée, or l'eau s'évapore à 100°.
Une perte d'eau va entrainer un blanc d'œuf caoutchouteux.

http://tpe-oeuf-duby.e-monsite.com/pages/ii-quelles-sont-les-caracteristiques-de-l-oeuf/3-reactions-physico-chmique.html

Les œufs sur le plat, c'est quoi ?

La dénaturation des protéines peut se faire par plusieurs voies

Acidité (ajout de vinaigre) :

Les acides aminés, présents dans les protéines, sont liés par des liaisons hydrogène, disulfure, ionique et Van der Waals. Un changement du pH entraine une modification des charges portées par les acides aminés. Ainsi, les liaisons ioniques et Vander Waals sont modifiées. La structure spatiale est stabilisée et donc les protéines de l'œuf coagulent.

Ajout de sel:

Le chlorure de sodium présent dans le sel « masque » les charges des protéines. Il neutralise donc le système, un pseudo gel est créé par l'interaction entre les protéines

Alcool (ajout d'éthanol) :

L'alcool est un mauvais solvant des protéines de l'œuf. Il casse les liaisons entre protéines. Ces dernières se dénaturent, provoquant ainsi la coagulation de l'œuf.

Expérience

Faire cuire un blanc œuf à température ambiante en ajoutant de l'alcool. On peut en faire de même avec le jaune.

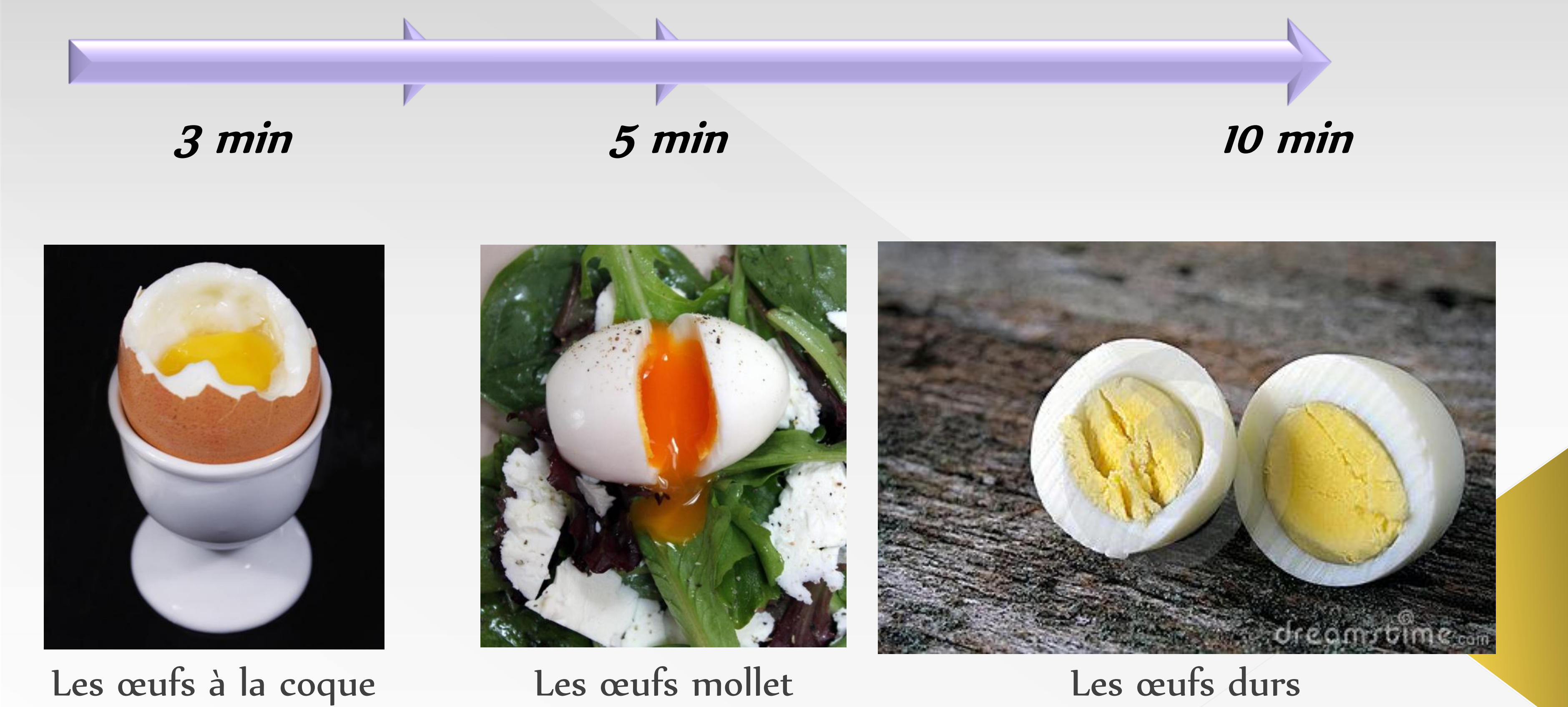
http://tpe-oeuf-duby.e-monsite.com/pages/ii-quelles-sont-les-caracteristiques-de-l-oeuf/3-reactions-physico-chmique.html

La cuisson des oeufs

100°C

Faites bouillir de l'eau additionnée d'une pincée de sel (???) et d'un filet de vinaigre (???)

- Sel = augmenter la température de l’eau
- Vinaigre =servira à coaguler le blanc en cas de fissure de la coquille)

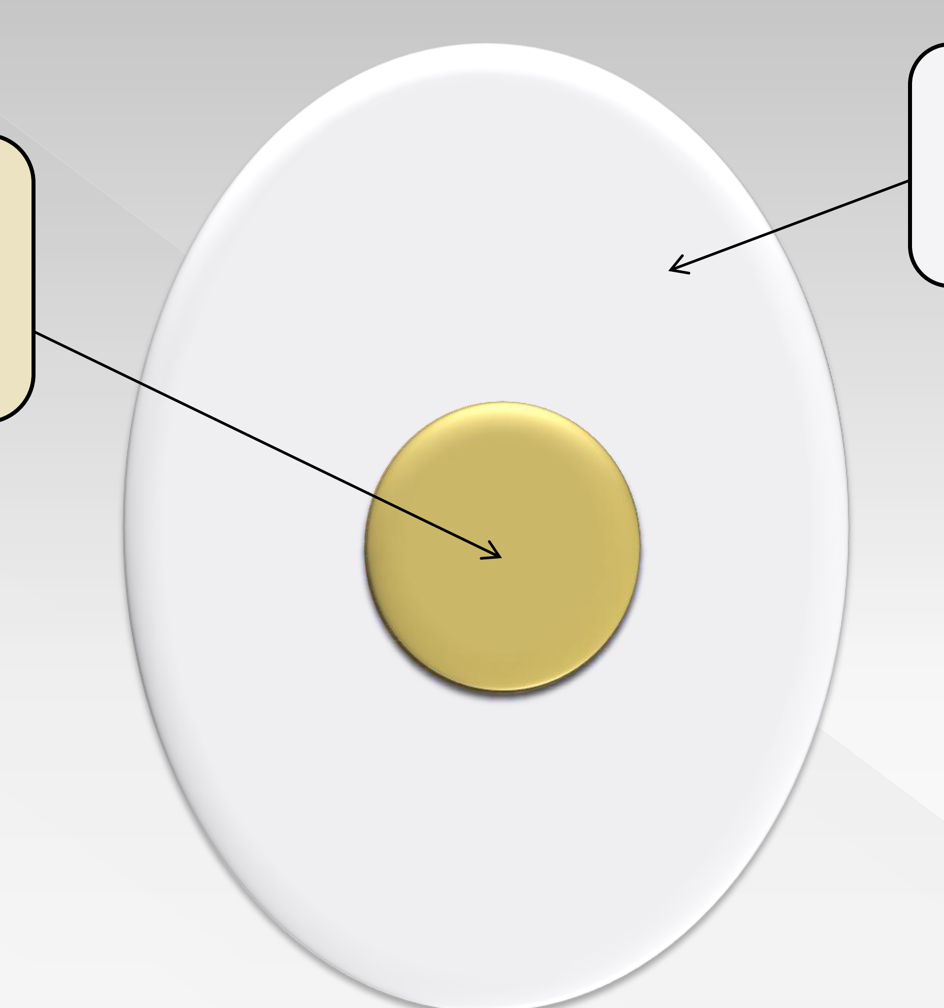


Les œufs à la coque

Les œufs mollet

Les œufs durs

La cuisson des oeufs



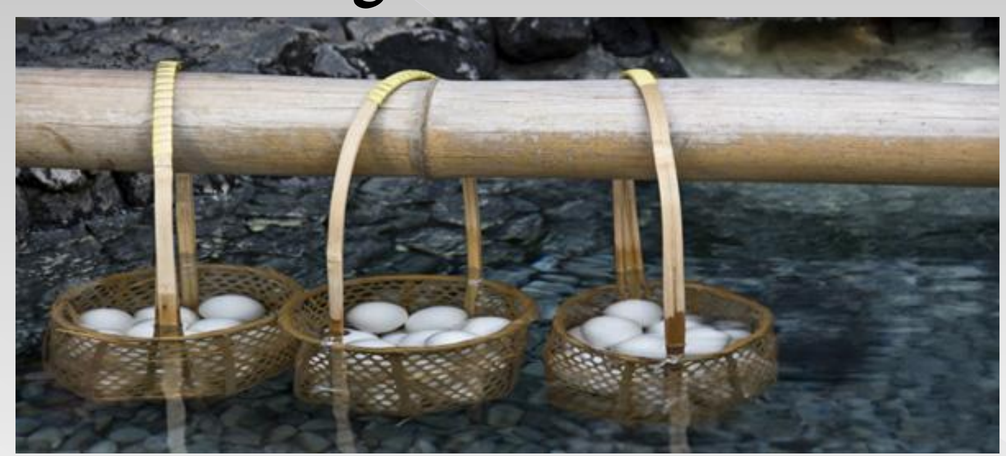
Température de coagulation:
65 – 70°C

Température de coagulation:
62 – 65°C

Œuf parfait
65-66°C pendant 1h-1h15

L'œuf revisité : l'œuf parfait

Onsen tamago





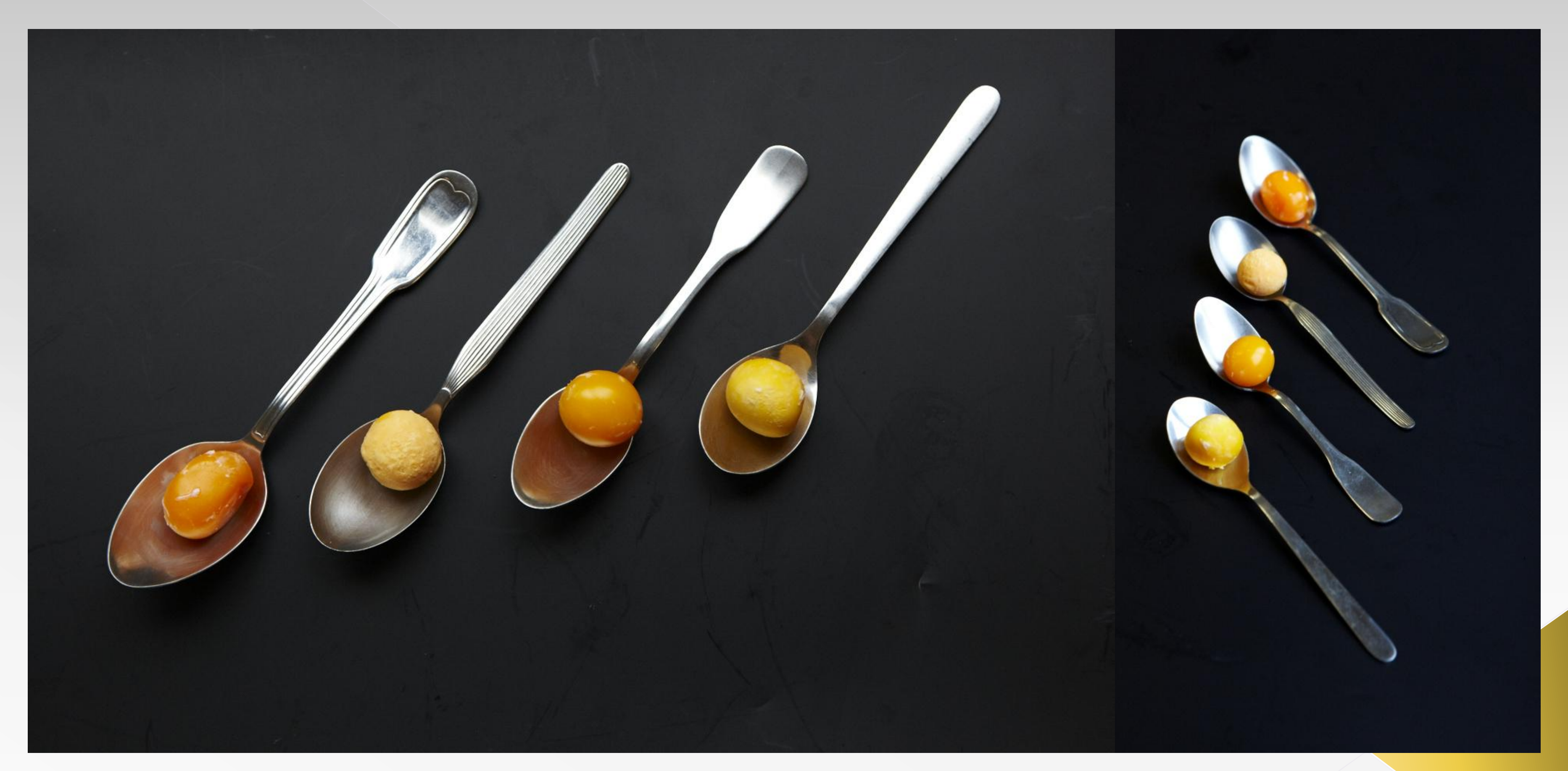


L’œuf revisité : l’œuf parfait



Crédit F93/ Sébastien Agnetti

L'œuf revisité : l'œuf parfait



Crédit F93/ Sébastien Agnetti

L'œuf revisité : l'œuf parfait



Crédit F93/ Sébastien Agnetti

Un gel, c'est quoi ?

Un gel est une phase liquide dispersée dans une phase solide

Les gélifiants utilisables sont les suivants:

- L'**agar-agar**
- Les **carraghénanes**
- **La gélatine de porc**
- **La pectine des fruits**

L'agar-agar, c'est quoi ?

L'**agar-agar** est un gélifiant obtenu à partir d'algues rouges (les rhodophycées) présent dans la paroi cellulaire de celles-ci. C'est un additif alimentaire (code européen E406), il est utilisé en cuisine moléculaire pour remplacer les feuilles de gélatine animale (8 fois plus gélifiant). Il est vendu sous forme de poudre après rinçage, dissolution, filtration et séchage.

C'est un polymère (longue molécule formée de motifs qui se répètent) de formule brute $(C_{12}H_{18}O_9)x$.

Il est constitué de deux polysaccharides (longues molécules constituées de sucres) : l'agarose (70%) et l'agaropectine (30%), avec l'agarose au rôle essentiel dans la gélification. L'agaropectine a la même structure de base que l'agarose mais avec des groupements différents.



Représentation de l'agarose

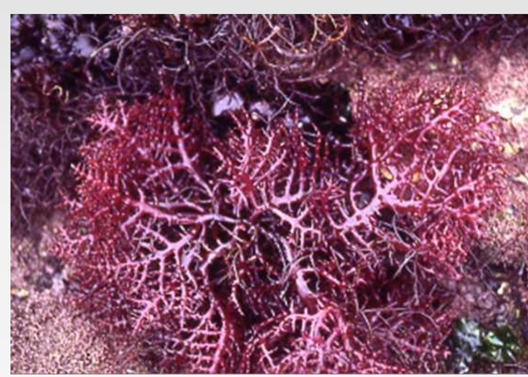
Les carraghénanes, c'est quoi ?

Initialement, les carraghénanes ont été subdivisés en deux familles selon leur solubilité dans le chlorure de potassium.

Ceux solubles dans le chlorure de potassium ont été désignées par les préfixes "Kappa", tandis que les termes "Lambda" ont été réservés à ceux insolubles.

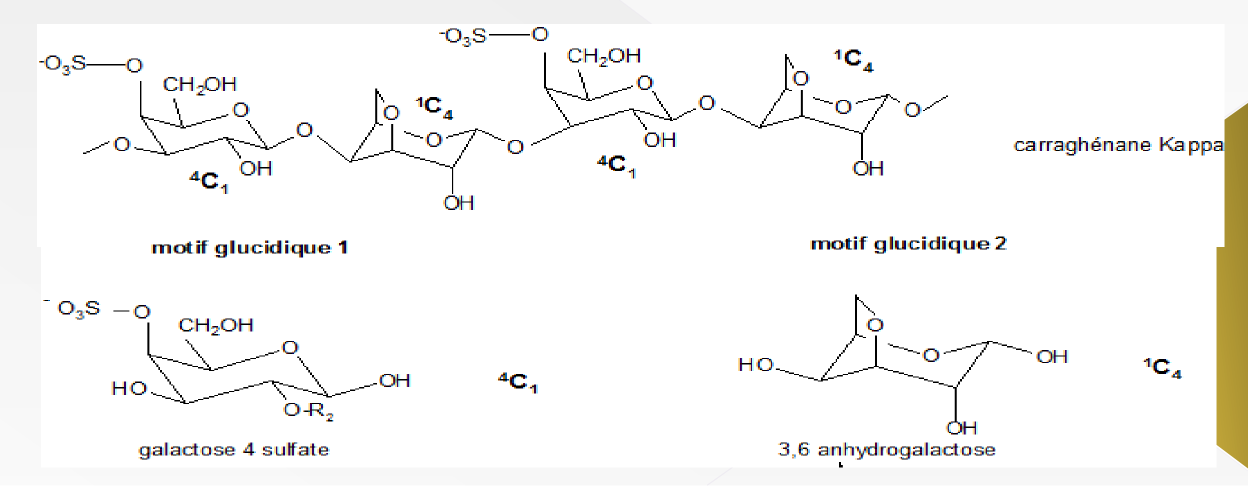
Il faut savoir que le carraghénane Lambda ne peut pas former de gels. Seules les carraghénanes Kappa et Iota ont la capacité de former des gels.

Le **Kappa-carraghénane** est un polysaccharide issu d'algues rouges (*Eucheuma denticulatum, Chondrus crispus* et *Gigartina)*. C'est un additif alimentaire (E407) et un gélifiant. Il est utilisé dans les préparations laitières et pâtissières pour obtenir des gels élastiques qui tiennent à chaud (<55°C).



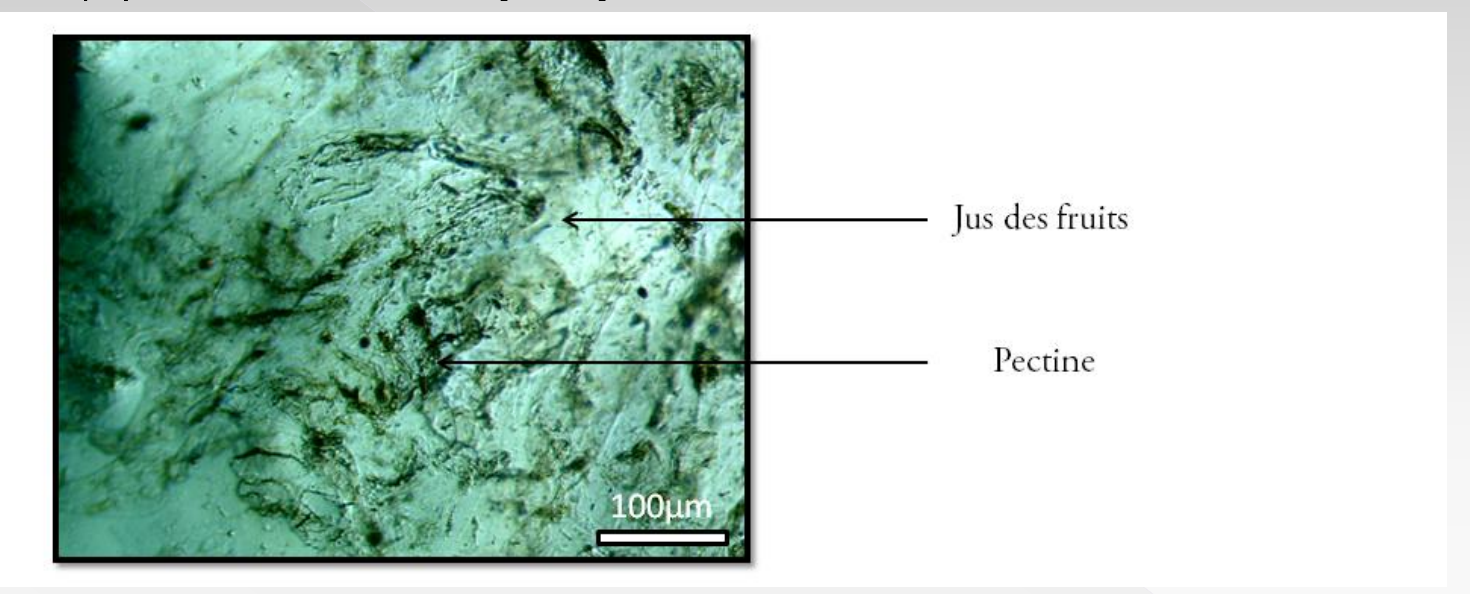


C'est un polysaccharide avec une succession de galactoses (sucre à 6 carbones) : un galactose de type $^4C_1$ présentant un radical SO_3^- et un galactose de type $^1C_4$ avec un radical CH_2-O . Les enchaînements de type $^4C_1$ $^1C_4$ confèrent à la molécule une structure en forme de spirale régulière interrompue de temps en temps par des coudes.



La pectine, c'est quoi ?

La confiture est une confiserie obtenue en faisant cuire des fruits avec un poids équivalent de sucre. Après un temps de cuisson pouvant aller jusqu'à plusieurs heures, le mélange est laissé à refroidir. Pendant cette étape, la confiture se solidifie pour former un gel grâce à l'action gélifiante de la pectine des fruits. Cette dernière est donc nécessaire afin que la confiture puisse prendre. Dans le cas de fruits pauvres en pectine (cerises, framboises, poires, rhubarbe…) il est parfois nécessaire d'ajouter de la pectine. Une alternative est également d'utiliser de l'agar-agar ou des caraghénanes afin de réaliser un gel. Les pectines sont des polyosides exclusivement d'origine végétale.



Les gelées tout comme les confitures sont des gels et le processus de gélification est identique. Il s'agit en réalité d'une confiture où n'est pas conservée la pulpe des fruits.

<u>Remarque :</u>

Traditionnellement, les confitures étaient élaborées dans des bassines en cuivre pour assurer une meilleure prise de la confiture. En effet, le cuivre libère du Cu^{2+} lors de la cuisson. Ces ions forment avec les molécules de pectines des liaisons ioniques et vont donc s'assembler

La gélification, c'est quoi ?

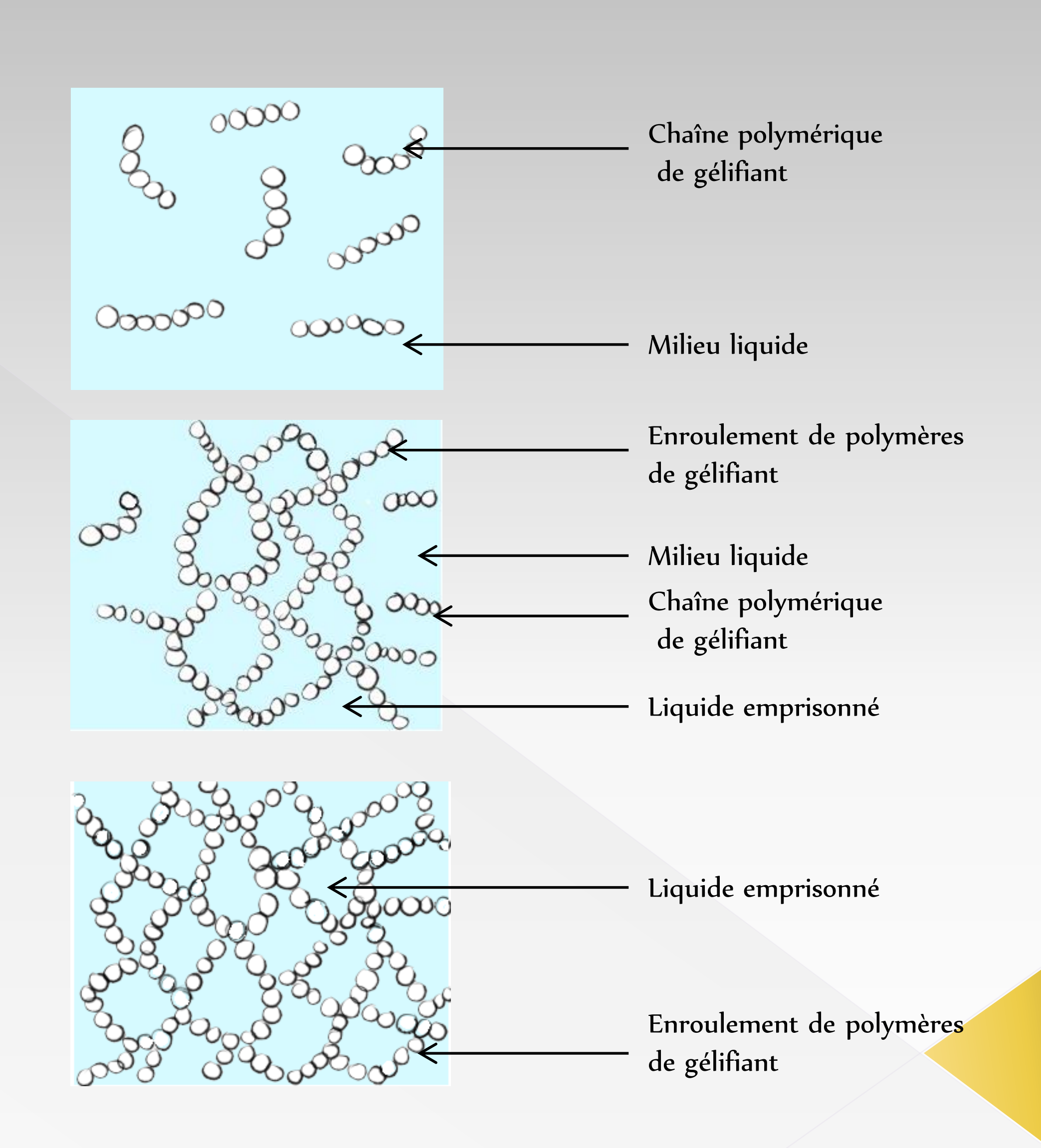
90°C

Les molécules de gélifiant sont libres dans le liquide.

Un gel élastique commence à se former

Un gel rigide est formé, le liquide est emprisonné entre les chaînes des polymères : agglomération d'agrégats

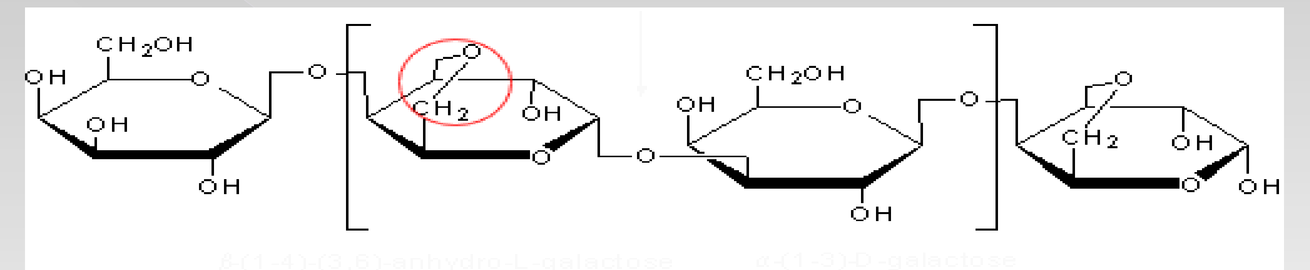
Température de gélification



Agar-agar = 34-35°C et Carraghénane = 31-32°C

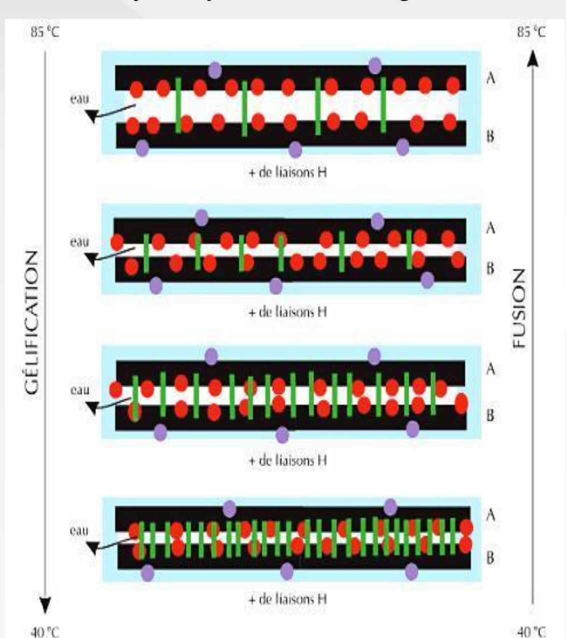
La gélification, c'est quoi ?

L'agarose est riche en groupements hydrophobes CH_2-O (repousse l'eau ou est repoussé par l'eau) et pauvre ou dépourvue en groupements hydrophiles OSO_3^- et l'agaropectine est riche en groupements hydrophiles OSO_3^- (ayant une affinité pour l'eau et tendance à s'y dissoudre) et pauvre en groupements hydrophobes CH_2-O.
Ce sont les **groupements hydrophobes** présents dans la molécule d'**agarose** qui permettent la gélification.



Localisation du groupement hydrophobe de l'agarose

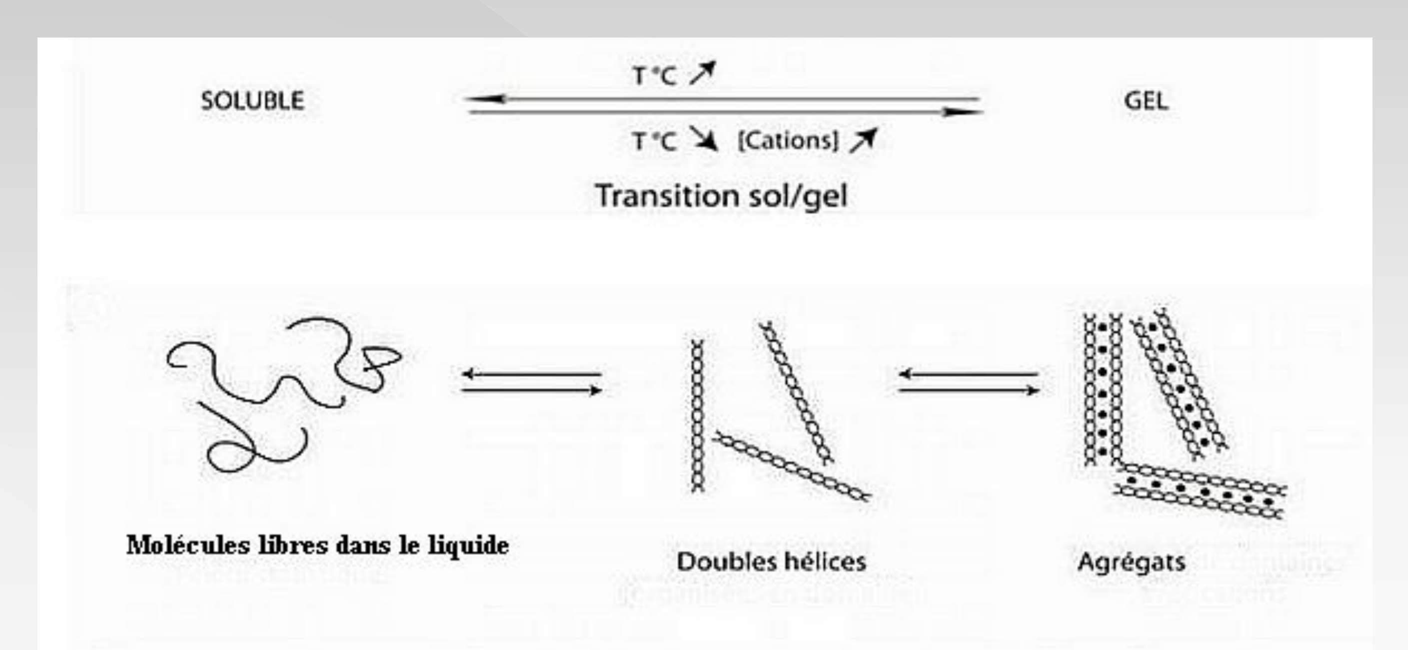
Ces molécules se rapprochant de plus en plus, au fur et à mesure que la température baisse, des liaisons hydrogènes se forment. Ces liaisons permettent à l'agarose et l'agaropectine de s'enrouler entre elles. Cela forme un réseau tridimensionnel en double hélice capable d'emprisonner une très grande quantité de liquide, formant alors un gel. Cela s'appelle le phénomène de synérèse.



Formation d'un gel réversible cassant

La gélification, c'est quoi ?

La forme en hélice (spirale) de la molécule de carraghénane est responsable de la gélification en présence de cations.
Dans cette molécule, il se forme alors une hélice où tous les groupements sulfates se retrouvent du même côté, à l'extérieur de l'hélice. Les chaînes hélicoïdales parallèles s'agrègent grâce à la présence de cations dans la solution, formant une double hélice à l'origine d'un réseau tridimensionnel : le gel.



Formation d'un gel réversible élastique

Mais ces liaisons entre molécules de carraghénane sont moins solides car les carraghénanes ont des structures moléculaires qui laissent plus de liberté à l'eau , ce qui explique la formation d'un **gel élastique** et non cassant.

Le caractère cassant ou élastique d'un gel dépend aussi de la quantité et de la nature du gélifiant ajouté.

La gélification, c'est quoi ?









La sphérification, c’est quoi ?

La **sphérification** est une technique mise au point en 2003. Elle permet d‘inventer de nouvelles recettes. Elle consiste en la gélification contrôlée d'un liquide qui, plongé dans un bain de chlorure de calcium, va former des sphères.

La molécule utilisée dans la sphérification est **l’alginate de sodium**. C’est un additif alimentaire (code européen E401) extrait d’algues brunes (de genres *Solieriaceae, Gigartinaceae…).*

C’est un polysaccharide : l’alginate associé à du sodium. L'alginate de sodium est utilisé dans certaines boissons et dans l’alimentation aussi comme émulsifiant et gélifiant. Mais en cuisine moléculaire, il est plus couramment utilisé dans la sphérification, en présence de sels de calcium (caviar, perles et ravioles de sphérification). En effet, en plongeant une solution à base d’alginate de sodium dans un bain de calcium on obtient des perles gélifiées qui éclatent en bouche.





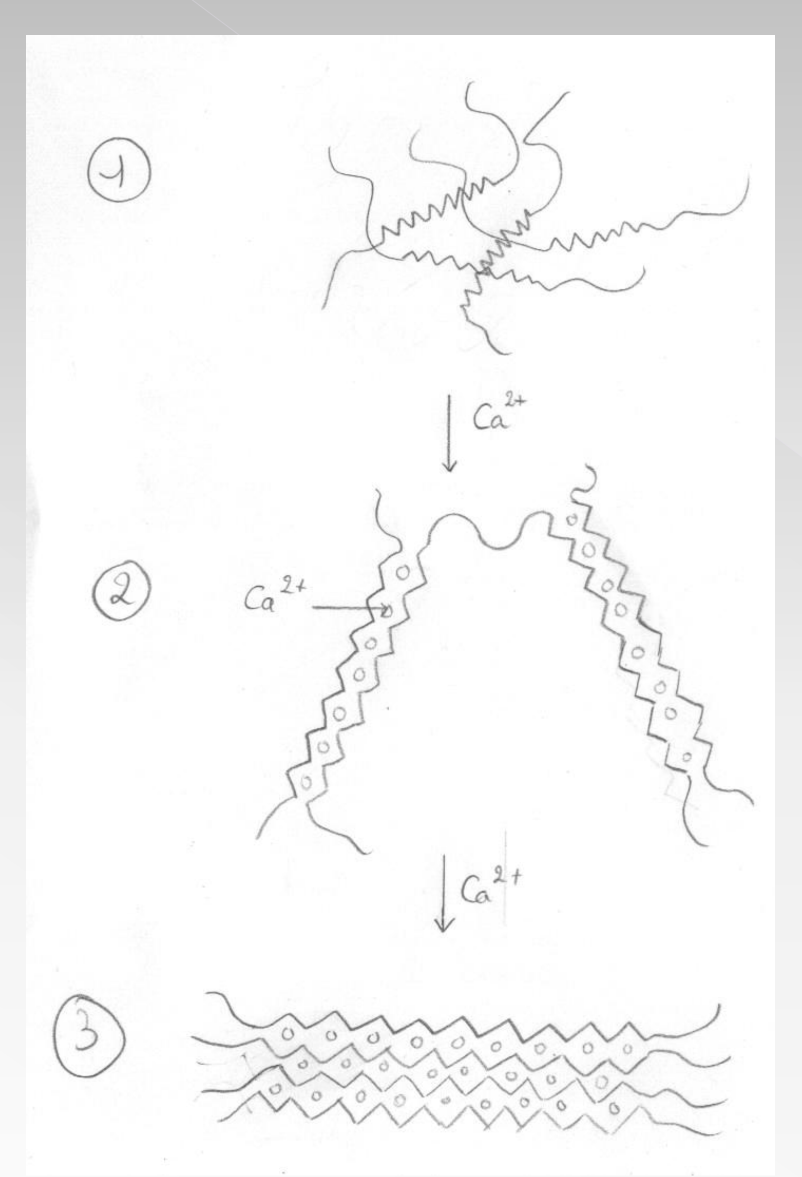
Formule brute : Na $C_6H_7O_8$

Voici la formule développée d’une partie de ce polysaccharide.
Cette molécule est électriquement neutre car il possède des groupements carboxyles (COO^-) et des ions Na^+.

La sphérification, c'est quoi ?

La **sphérification** n'a lieu qu'en présence d'ions calcium. En effet, lorsque l'on verse goutte à goutte une solution contenant de l'alginate de sodium dans un bain de sel de calcium, les ions calcium Ca^{2+} du bain viennent repousser les ions Na^{+} de l'alginate. Un ion calcium, ayant deux charges positives, prend la place de deux ions Na^{+} qui n'en a qu'une. D'autre part, la molécule d'alginate de sodium possède de nombreux groupements OH- (hydroxydes) et ceux-ci ont la possibilité de se lier à des cations. Les ions calcium doublement chargés positivement peuvent réagir avec deux groupements carboxyles (COO-) et ainsi lier deux chaînes d'alginates. Les ions calcium vont donc associer deux chaînes d'alginate de sodium entre elles, en formant des liaisons hydrogènes comme pour la gélification . Ceci s'appelle la polymérisation (fusion) des chaînes d'alginate.

La sphérification, c'est quoi ?



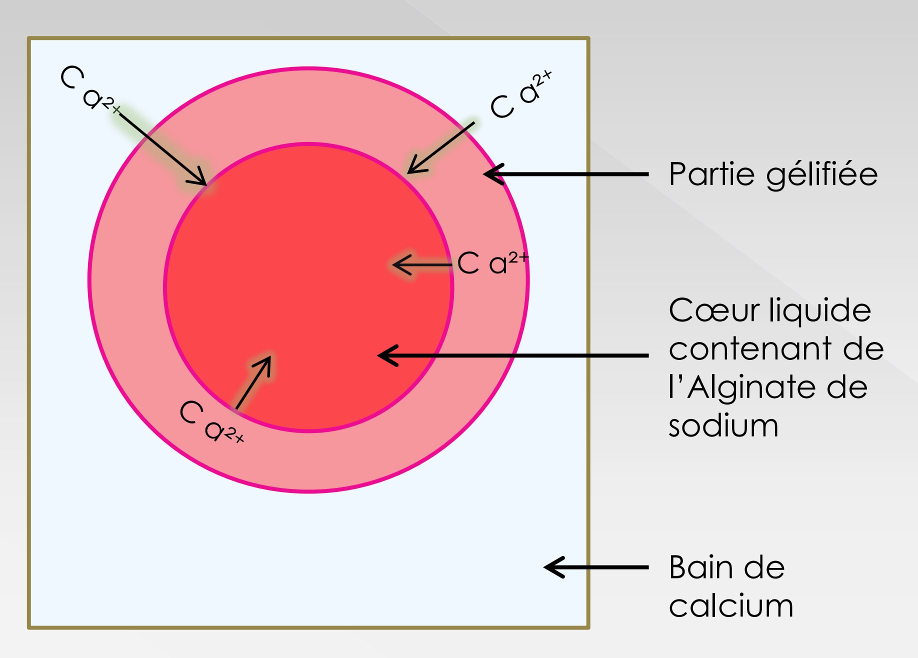
Chaînes éparpillées en forme de pelote

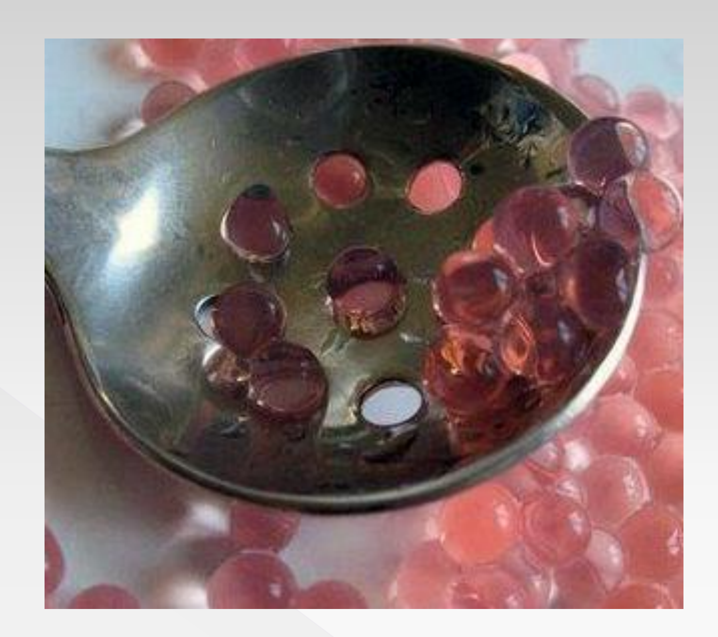
Polymérisation des chaînes (elles s'associent entre elles)

Entassement des chaînes

La sphérification, c'est quoi ?

Cependant, les billes ne seront pas entièrement gélifiées dès le début. Les billes finissent par se gélifier complètement avec la progression du calcium dans ces sphères.





Légende:
⟵ Sens de propagation des ions calcium(Ca^{2+})

La sphérification, c'est quoi ?

Sphérification inverse

Cette fois ci on prépare une solution d'alginates à 5 ou 10% (**2g dans 400mL**). Préparer également une solution du liquide dans lequel on ajoute $CaCl_2$ ou lactate de calcium (**2g dans 100mL**). Plonger cette dernière solution dans la solution d'alginates puis dans u bain de rinçage à l'eau.



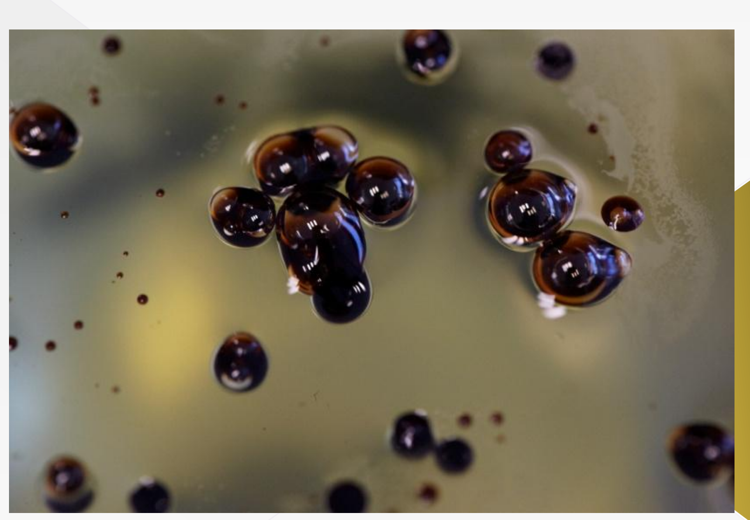


Sphérification au gel

Prendre de l'huile d'olive très froid (laisser 30min au réfrigérateur). Préparer un gel de liquide (**2g dans 400mL**). Plonger les billes dans l'huile froide et récupérer les billes. Rincer avec des bains d'eau.







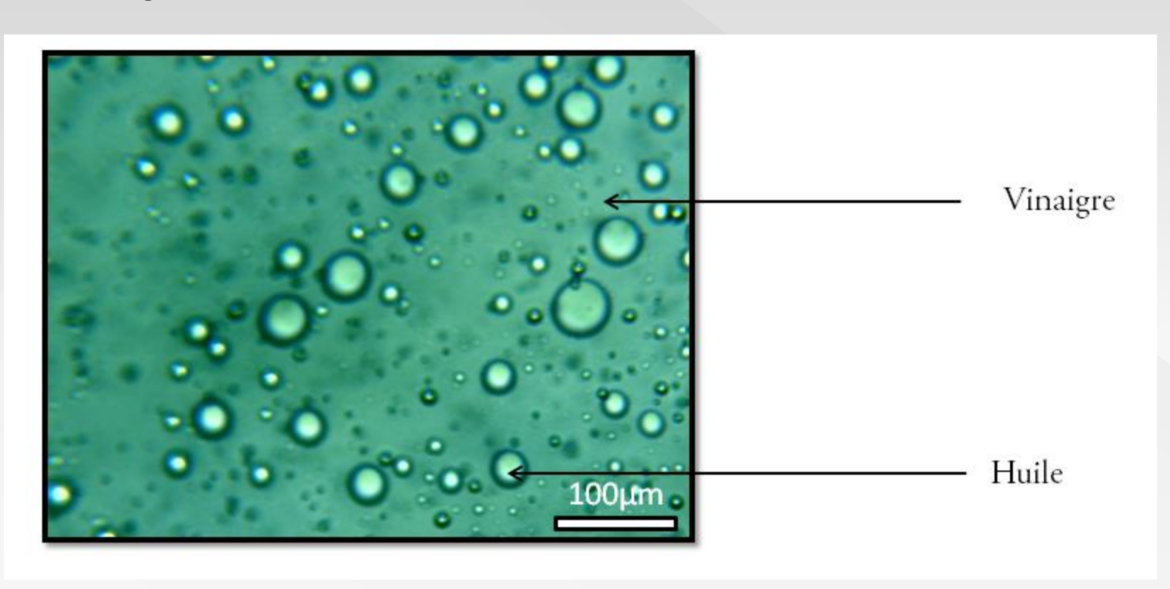
Une émulsion, c'est quoi ?

Une émulsion est une phase liquide dispersée dans une phase liquide

Pour faire une émulsion, il faut :

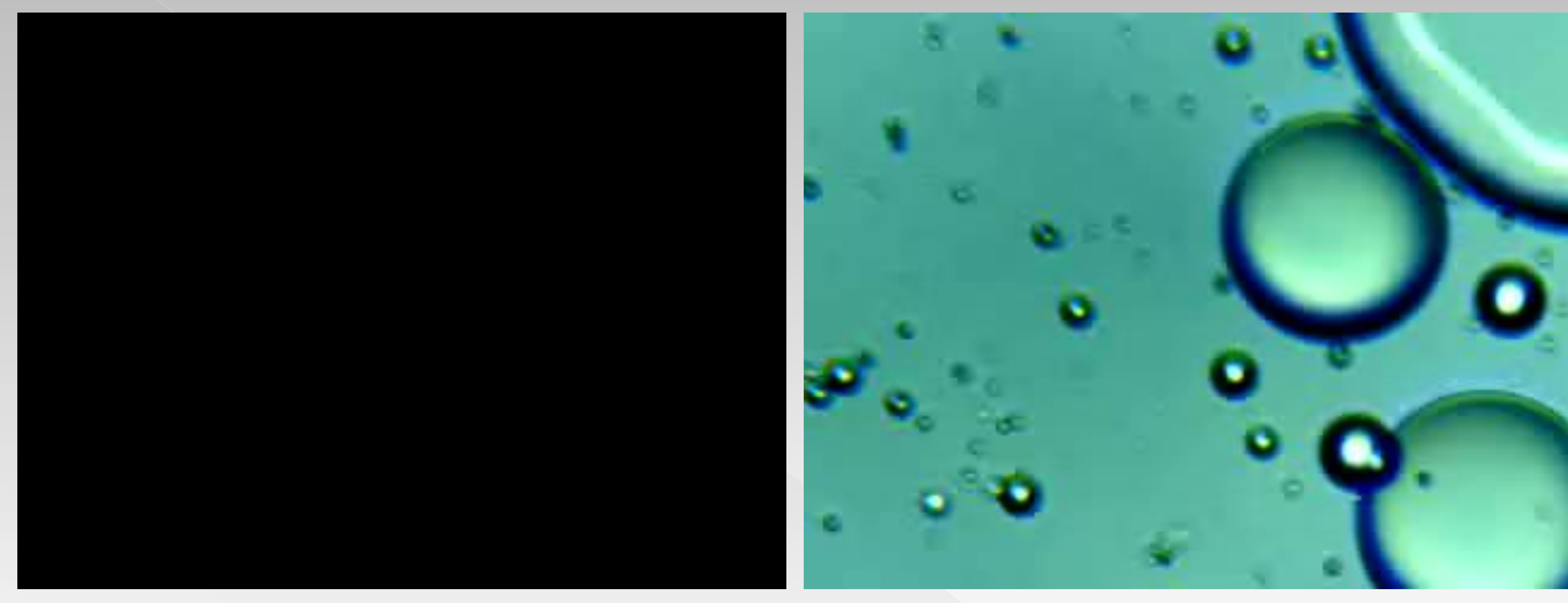
•Deux liquides non miscibles (ex Huile et Eau)

Vinaigrette



On observe la présence de petites gouttes d'huile de taille allant de 1 µm à 50 µm.

La vinaigrette, c'est quoi ?



Phénomène de murissement - coalescence

Les gouttes d'huile sont animées d'un mouvement permanent et tendent à se rassembler pour former de plus grosses gouttes.

- Le **murissemen**t est induit par les différences de tailles entre les bulles: Une bulle de petite taille se vide dans une bulle de taille supérieure. Le murissement tend à l'obtention d'une émulsion *monodisperse* .

- La **coalescence** est due à la rupture du film présent entre les deux bulles ou gouttes.

La vinaigrette est une émulsion instable

La vinaigrette, c'est quoi ?

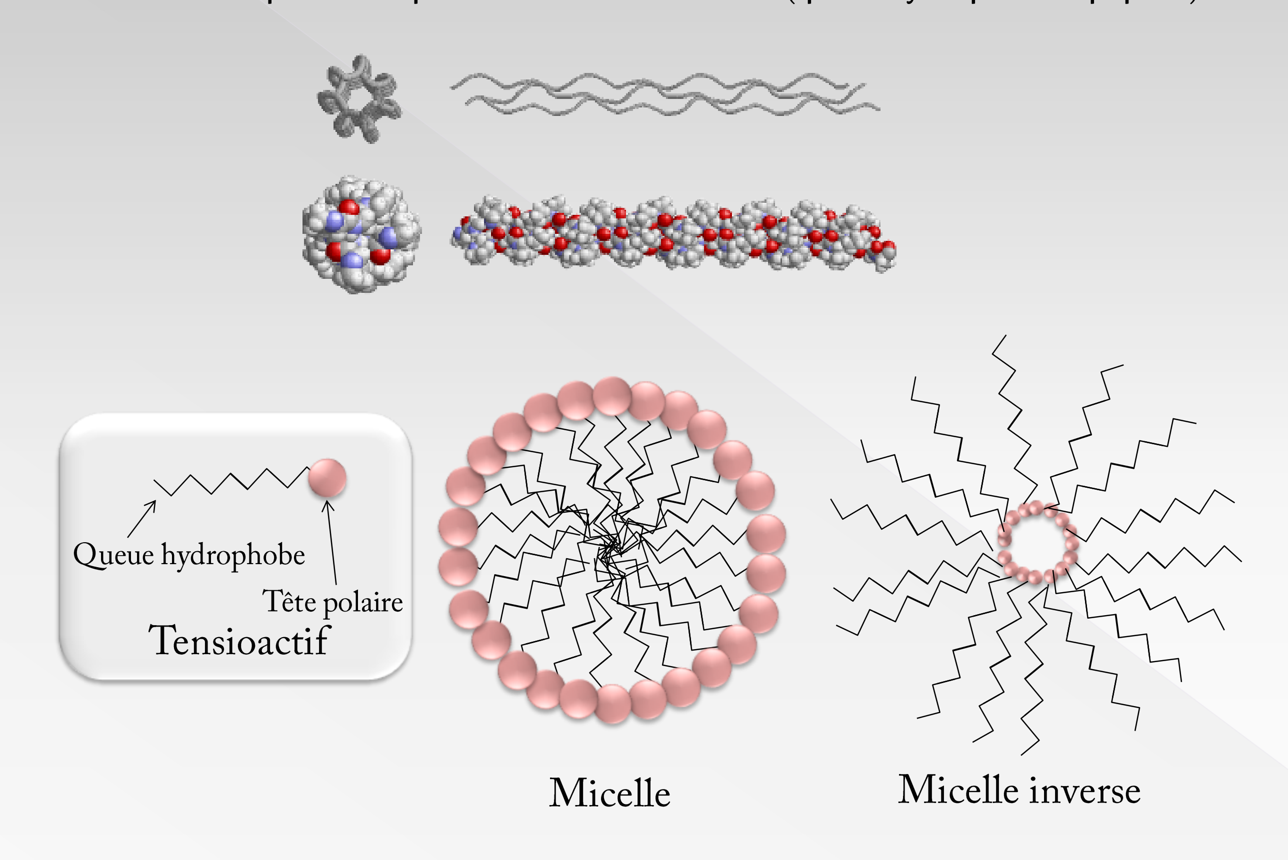
Le mélange en proportion égale de vinaigre et d'huile conduit à une émulsion directe d'huile dans le vinaigre. Une **émulsion inverse** de vinaigrette peut être également préparée en mélangeant 8mL d'huile avec 2mL de vinaigre. L'aspect beaucoup plus visqueux de cette vinaigrette est significatif de la phase continu huileuse et garantit une meilleure stabilité de l'émulsion.

La vinaigrette est une émulsion instable

La vinaigrette, c'est quoi ?

L'ajout d'un **tensioactif** = molécule amphiphiles stabilise l'émulsion

Ce sont des molécules assez grosses constitué de 2 parties :
-une partie qui aime l'eau (tête hydrophile)
- d'une grande chaîne de carbone qui n'aime pas l'eau mais aime l'huile (queue hydrophobe, lipophile).

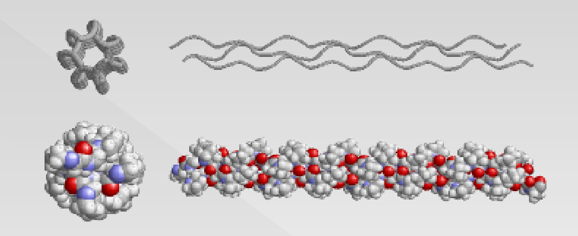


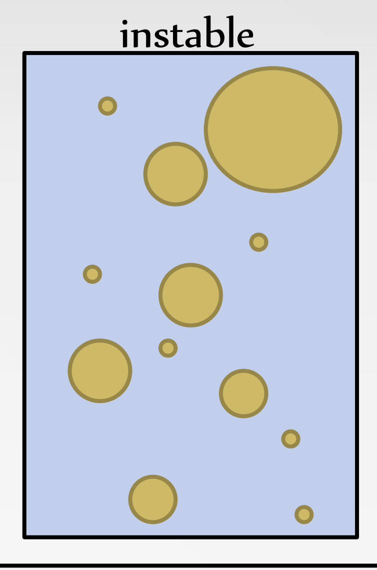
La vinaigrette est une émulsion instable

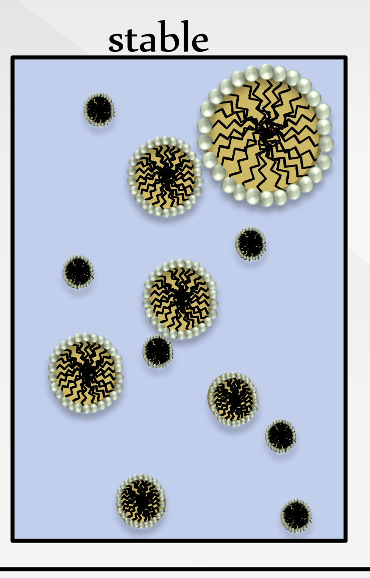
La vinaigrette, c'est quoi ?

L'ajout d'un **tensioactif** = molécule amphiphiles stabilise l'émulsion

Ce sont des molécules assez grosses constitué de 2 parties :
-une partie qui aime l'eau (tête hydrophile)
- d'une grande chaîne de carbone qui n'aime pas l'eau mais aime l'huile (queue hydrophobe, lipophile).

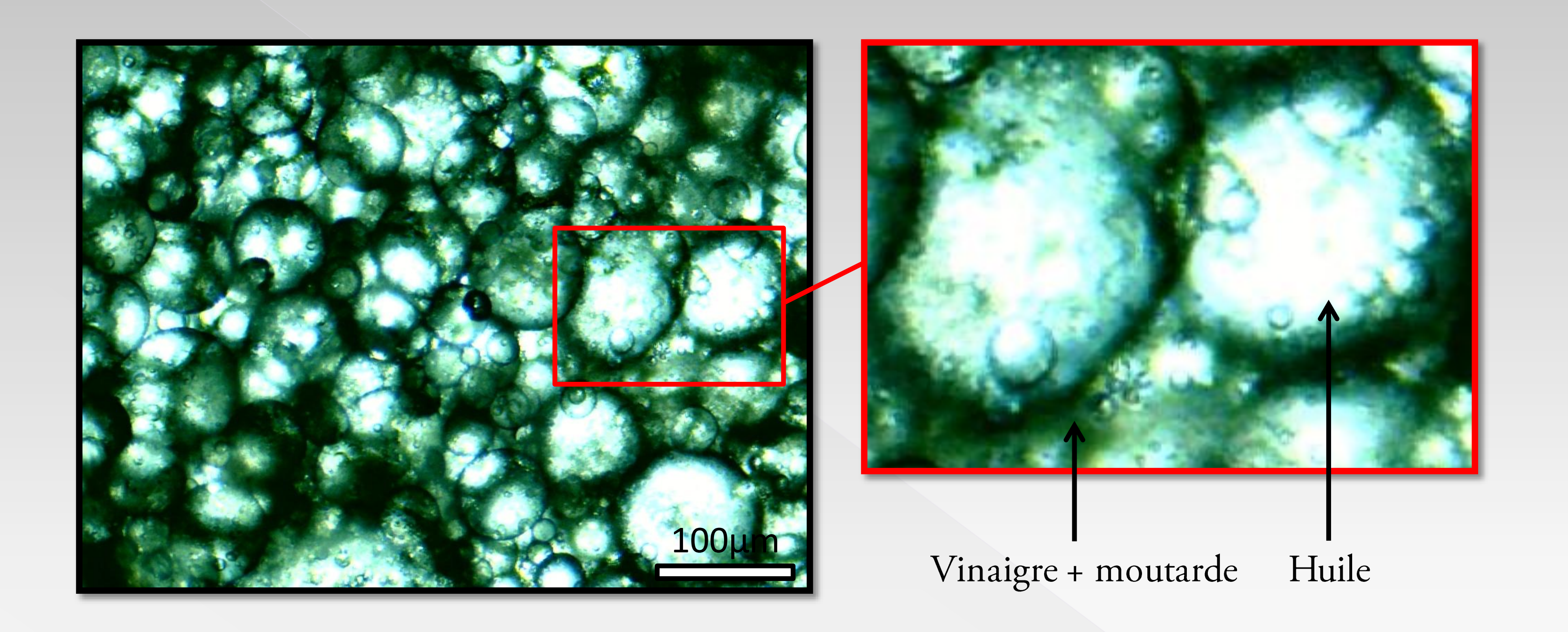






La vinaigrette est une émulsion instable

La vinaigrette, c'est quoi ?

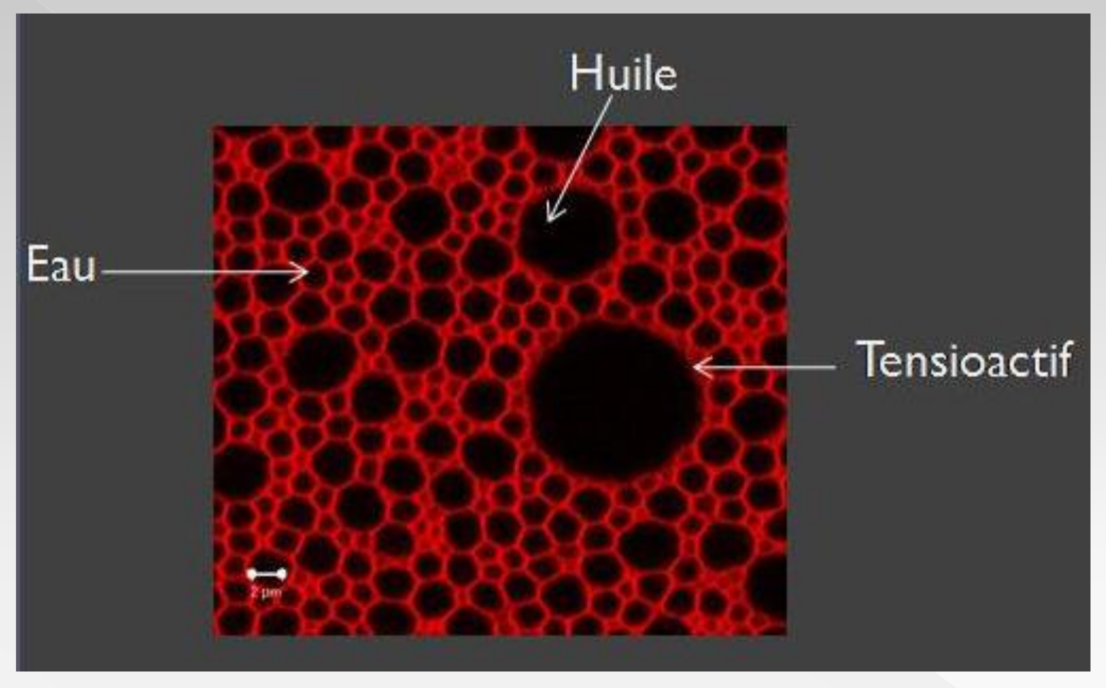


Moutarde = les cellules broyées vont libérer des phospholipides : des tensioactifs

La vinaigrette avec moutarde est une émulsion stable

La mayonnaise, c'est quoi ?

Emulsion stable : E + H + T



Phase aqueuse (E) : Eau du jaune
Phase huileuse (H) : Huile
Tensioactif (T): lécithine du jaune

Oleoyl
Glycérol
Choline
Palmitoyl
Phosphate

Lécithine ou phosphatidylcholine

La mayonnaise est une émulsion stable

La mayonnaise, c'est quoi ?

Emulsion stable : E + H + T

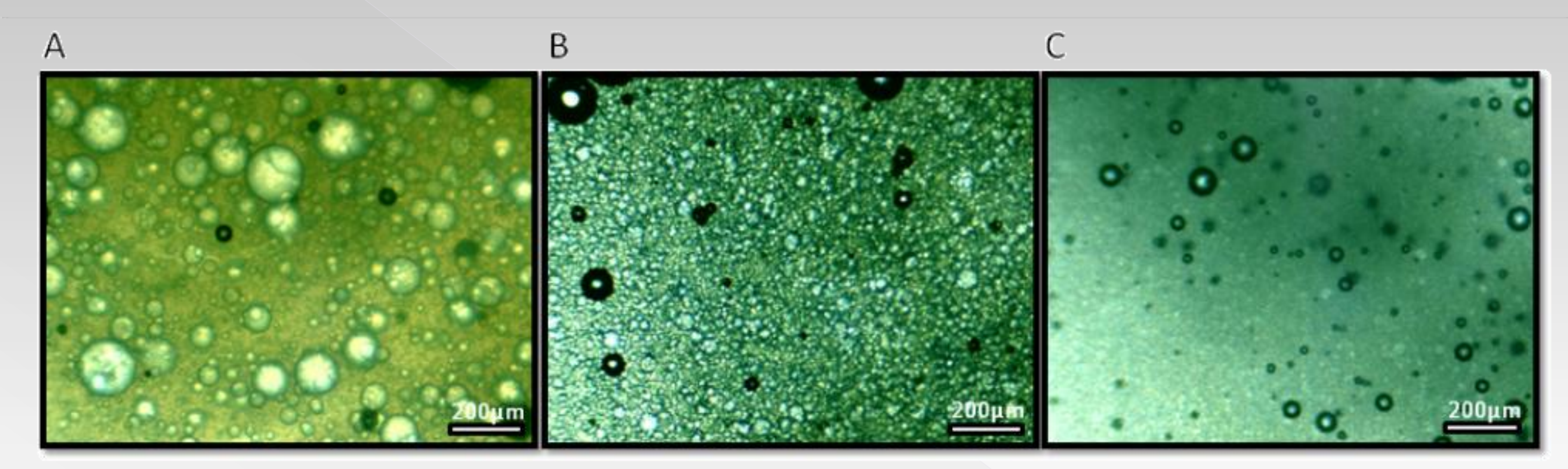


Image au microscope de la mayonnaise (A) battu 5s, (B) battu 30s et (C) à la fin de l'agitation (grossissement x4).

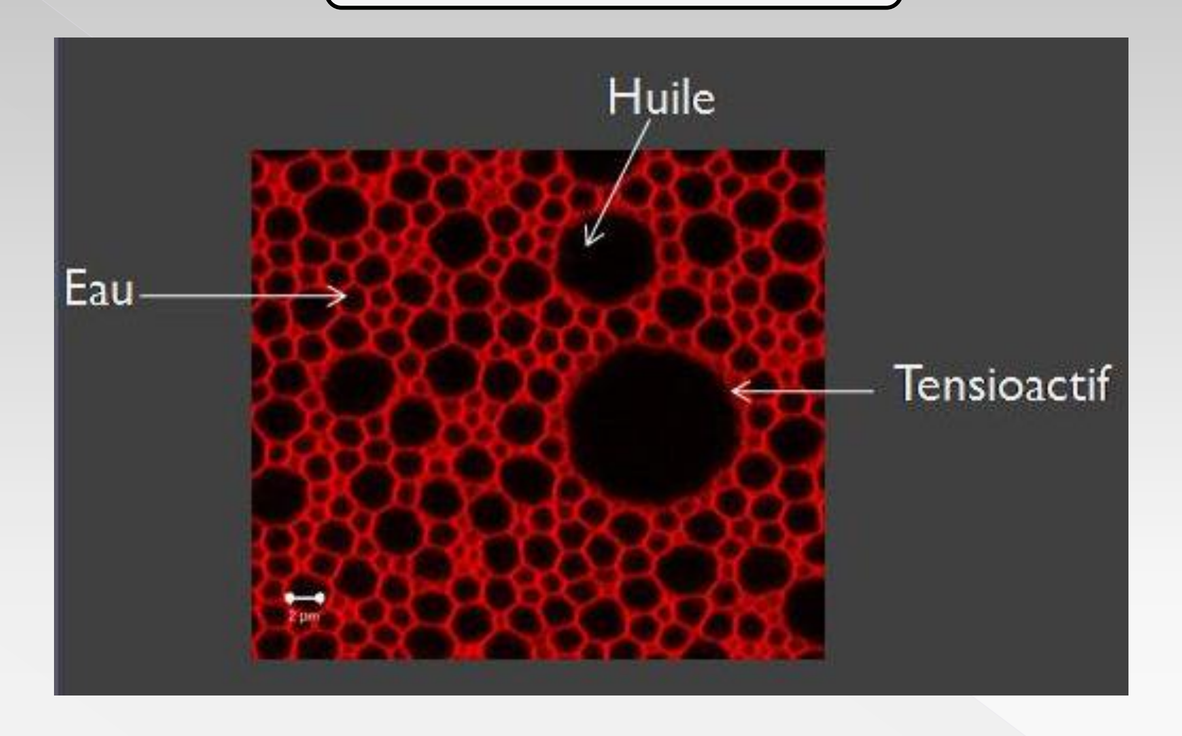
- **5s =** gouttes d'huile comprises entre 10 µm et 100 µm.
- **30s** =< 50µm après =
- **Fin d'agitation** = < à 1µm .

La faible taille des gouttes de la mayonnaise garantit une bonne stabilité de celle-ci

La mayonnaise est une émulsion stable

La mayonnaise autrement

Emulsion stable : E + H + T



Phase aqueuse (E) : Eau du jaune/ Eau du blanc
Phase huileuse (H) : Huile
Tensioactif (T): lécithine du jaune / Albumine

La mayonnaise est une émulsion stable

Une mayonnaise revisitée

Phase aqueuse (E) : Eau du jaune/ blanc / blanc déshydraté
Phase huileuse (H) : huile/ foie gras/ crème d'avocat/ lait de Coco/ huiles diverses
Tensioactif (T): lécithine du jaune/ albumine du blanc / lécithine du chocolat



Une mayonnaise revisitée

Mayonnaise d'avocat



Jus de fraise

Phase aqueuse (E) : Eau du jaune/ blanc
Phase huileuse (H) : crème d'avocat
Tensioactif (T): lécithine du jaune/ albumine du blanc

Crédit F93/ Sébastien Agnetti





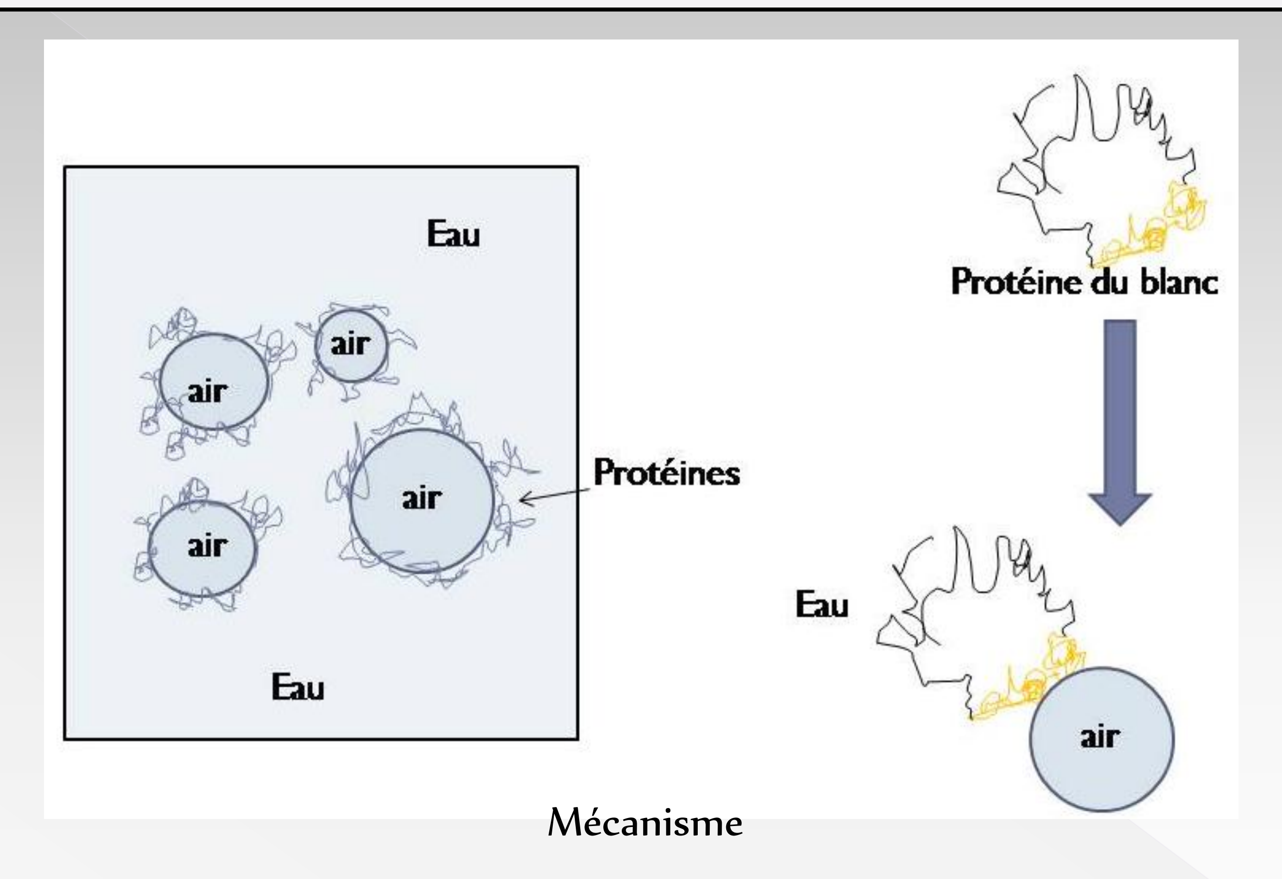




Crédit F93/ Sébastien Agnetti

Une mousse, c'est quoi ?

Une mousse est une phase gazeuse dispersée dans une phase liquide / solide



Mécanisme

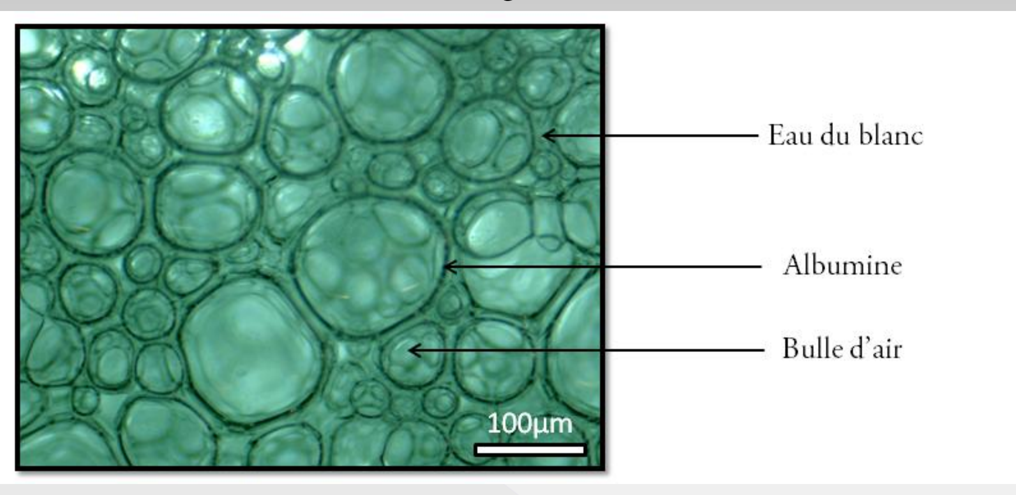
On possède alors plusieurs possibilités pour faire une mousse :

- Le tensioactif est déjà présent (cas du blanc), on a donc juste à agiter
- Ajouter un produit qui va favorise le captage de l'air (méthylcellulose A, lécithine puis battre ou siphon
- Figer la structure (chaud, froid, gomme de xanthane)

Une mousse, c'est quoi ?

Cas 1 : Le tensioactif est déjà présent

Blanc en neige



Les blancs en neige sont de l'air dispersé dans une phase liquide: l'eau du blanc
Il s'agit d'une mousse stable

L'albumine tout comme la moutarde pour la vinaigrette, va venir se placer à l'interface entre l'air et le blanc d'œuf. La taille des bulles d'air diminue au cours du battage des œufs pour finalement posséder une taille comprise entre 10µm et 150µm.

Il est à noter également que la promiscuité des bulles d'air conjuguée aux grandes forces de pression exercées par la matrice entraîne une distorsion des bulles d'air. Celles-ci ne possèdent plus une forme sphérique

Une mousse, c'est quoi ?

Cas 2 : Ajout d'un produit favorisant le captage



Mousse de pomelo



Mousse de fraise



Ecume de champagne

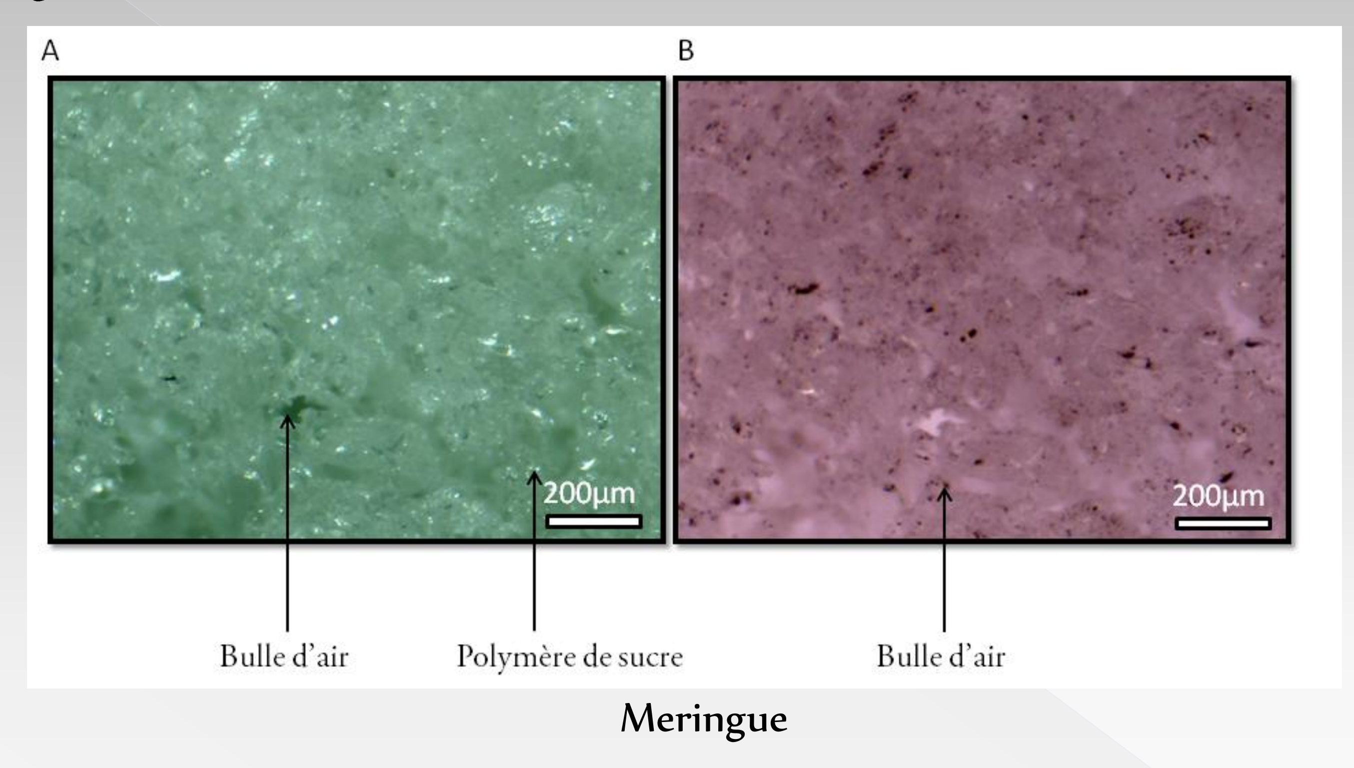
Mousse de jus d'orange, mandarine …

Abusivement appelée émulsion dans les restaurants !!!!!!!!!!!!!

On fabrique ainsi des mousses instables

Une mousse, c'est quoi ?

Cas 3: Figer la structure (chaud)



Meringue

La phase dispersée est toujours l'air mais cette fois-ci la phase dispersante est l'eau des œufs dans lequel est dissous du sucre. Le processus de chauffage permet alors d'évaporer l'eau des blancs et de créer un polymère de sucre rigide (comme pour le caramel). Ce dernier emprisonne les bulles d'air est constitue la phase dispersante

On fabrique ainsi des mousses stables

Une mousse, c'est quoi ?

Cas 3: Figer la structure (froid)



Meringue au jus d'orange



Meringue au citron vert

On fabrique ainsi des mousses stables

Une mousse, c’est quoi ?

Cas 3: Figer la structure (froid)



Chantilly



Espumas d’asperge



Chantilly **de** chocolat ou mousse **de** chocolat

Le gras cristallise autour de l’air pour le piéger
= ajout de crème liquide / gomme de xanthane / gélatine et on bat sur de la glace ou siphon

On fabrique ainsi des mousses instables ou stables

Des classiques revisités

Tomate Mozzarella Basilic



Crédit F93/ Sébastien Agnetti

Billes de vinaigre balsamique (Gel)
Dès de mozzarella
Tomate évidée
Feuilles de basilic

Des classiques revisités

Tomate Mozzarella Basilic


Crédit F93/ Sébastien Agnetti

Billes de vinaigre balsamique (Gel)
Dès de mozzarella
Jus de Tomate
Mousse de basilic

Des classiques revisités

Téquila Sunrise

vs

Téquila Sunset

On prend une émulsion préparé en agitant et l'on ajoute à de l'eau. On observe un dégradé vers le haut car l'émulsion est partiellement miscible dans l'eau.



Tequila sunrise

Verser la tequila sur des glaçons dans le verre. Compléter avec le jus d'orange et remuer. Versez doucement le sirop de grenadine dans le verre pour que celui-ci tombe au fond

Téquila sunset

agiter de l'essence de grenadine et de la tequila et ajouter dans le jus d'orange

Des classiques revisités

Canard à l'orange

Faire cuire des cuisses de canard à feu vif dans du beurre dans une poêle juste ce qu'il faut pour qu'une belle croustillance dorée apparaisse. A l'aide d'un papier absorbant, retirez la graisse de la surface du canard et à l'aide d'une seringue, injectez du Cointreau au cœur de la viande. Passez le au four à micro-ondes pendant quelques minutes.



Des recettes à inventer

Choux Oeuf



Crédit F93/ Sébastien Agnetti

Œuf parfait en quenelle
Gros sel
Gel de jus de choux rouge

De l'intérêt de l'azote liquide

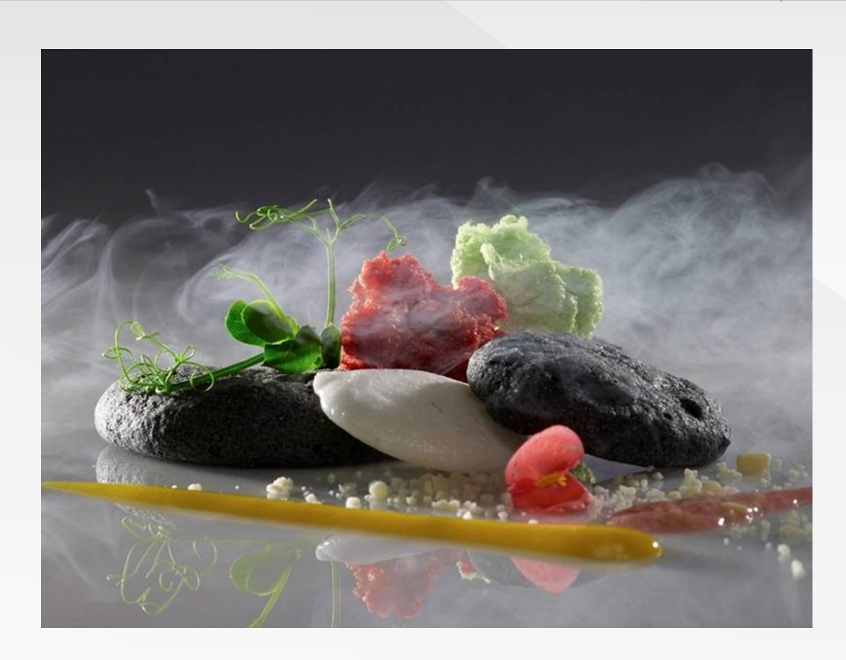
Le sorbet, les meringues et les truffes

Lorsque l'on immerge les aliments dans l'azote, on parle de **coction** et plus de cuisson

Eau : Solide | 0°C | Liquide | 100°C | Gaz

Diazote : Solide | -210°C | Liquide | -196°C | Gaz

Sel : Solide | 810°C | Liquide



Cuisson sous vide

La réaction de Maillard

•**La réaction de Maillard** est, aujourd'hui, connue comme étant un ensemble complexe de réactions mettant en œuvre, dans des substrats biologiques ou agroalimentaires, des composés présentant des groupements réducteurs (aldéhydiques ou cétoniques), et des composés aminés qui réagissent entre eux pour produire des substances aromatiques et colorées.

•Les composés à groupement carbonyle (C=O) peuvent être des carbohydrates (sucres) ou des produits d'oxydation des lipides. La fonction amine peut provenir d'acides aminés proprement dits, des protéines ou d'amines naturelles ou exogènes.

•Les réactions de Maillard se déroulent à presque toutes les températures ; mais elles sont très ralenties quand la température s'abaisse. En règle générale, plus la température augmente, plus la vitesse de la réaction est importante. C'est par ce principe que l'on ajoute du beurre pour une cuisson à haute température, le beurre augmente la température d'ébullition du mélange sur le même principe que l'huile de cuisson.

•Tous les jours, nous assistons sans nous en douter à de très nombreuses réactions de Maillard:

- En brasserie, elle est connue lors du touraillage du malt lors du brunissement non enzymatique des grains d'orge.
- Depuis le grillé du rôti jusqu'au bon goût du pain, celles-ci sont en effet présentes dans presque toutes les préparations culinaires, en particulier dans les viandes cuites. La chaleur du four ou de la plaque électrique augmente alors beaucoup la rapidité des transformations et c'est pourquoi nous pouvons voir notre steak passer de « saignant » à « bien cuit » en quelques minutes. C'est l'exemple le plus courant de réaction de Maillard en cuisine, que l'on pourrait qualifier de réaction « à chaud ». C'est aussi la plus facilement observable grâce au brunissement rapide de la viande produit par les mélanoïdines. Mais il existe aussi des exemples de réaction « à froid » qui ont lieu sans nécessiter de chauffage, donc en dehors de toute cuisson.

Trucs et astuces

Porc à l’ananas

Les enzymes de l’ananas dégradent les protéines de collagène de la viande. En injectant du jus d’ananas dans un rôti de porc ont attendri la viande et diminue le temps de cuisson.

Marinade améliorée

Effectuer une marinade classique (vin, huile vinaigre épices et condiments). Le vinaigre attendri la viande en attaquant les tissus conjonctifs et la destructure. La progression de la marinade a été évaluée à 10mm / jour (phénomène d’osmose). L’idée est alors de prélever de la marinade à intervalles régulier et de l’injecter dans la viande. Par un phénomène d’osmose inverse, la marinade va alors aller vers l’extérieure.